ESQUEMAS NORMALIZADOS DE PROTECCIONES PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y SUBTRANSMISIÓN

NRF-041-CFE-2013

PREFACIO

Esta **norma de referencia** ha sido elaborada de acuerdo a las Reglas de Operación del Comité de Normalización de CFE **(CONORCFE)**, habiendo participando en la aprobación de la misma las áreas de CFE y organismos miembros del **CONORCFE**, indicados a continuación:

Asociación de Normalización y Certificación

Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas

Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas

Dirección General de Normas

Gerencia de Abastecimientos de CFE

Instituto de Investigaciones Eléctricas

Subdirección del Centro Nacional de Control de Energía de CFE

Subdirección de Construcción de CFE

Subdirección de Distribución de CFE

Subdirección de Generación de CFE

Subdirección Técnica de CFE

Subdirección de Transmisión de CFE

Universidad Nacional Autónoma de México

La presente **norma de referencia** será actualizada y revisada tomando como base las observaciones que se deriven de la aplicación de la misma, en el ámbito de CFE. Dichas observaciones deben enviarse a la Gerencia de LAPEM, quien por medio de su Departamento de Normalización y Metrología, coordinará la revisión.

Esta **norma de referencia** revisa y sustituye a los documentos normalizados CFE, relacionados con los esquemas normalizados de protecciones para líneas de transmisión, subtransmisión y media tensión (NRF-041-2005) que se hayan publicado.

La entrada en vigor de esta **norma de referencia** será 60 días después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

NOTA: Esta norma de referencia es vigente desde el 5 de mayo del 2014.

	Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de marzo del 2014	Segunda Edición

ESQUEMAS NORMALIZADOS DE PROTECCIONES PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y SUBTRANSMISIÓN	NORMA DE REFERENCIA NRF-041-CFE

C O N T E N I D O

1	OBJETIVO	1
2	CAMPO DE APLICACIÓN	1
3	REFERENCIAS	1
4	DEFINICIONES	1
4.1	Ajustes del Relevador	1
4.2	Canal Digital	1
4.3	Canal Multiplexado	1
4.4	Canal Tipo FSK (Frecuency Shift Keying)	1
4.5	Contacto Seco	2
4.6	Esquemas de Protección	2
4.7	Esquema de Protección Híbrido	2
4.8	Líneas de Distribución	2
4.9	Líneas de Subtransmisión	2
4.10	Líneas de Transmisión	2
4.11	Medios de Comunicación	2
4.12	Multiplexor	2
4.13	Pruebas de Prototipo	2
4.14	Pruebas Dinámicas Funcionales	2
4.15	Pruebas de Comportamiento en Campo	3
4.16	Señal Digital	3
4.17	Sistemas de Comunicación	3
5	ABREVIATURAS Y CLAVES DE IDENTIFICACIÓN	3
6	CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES	5
6.1	Esquemas Normalizados	5
6.2	Características de los Esquemas de Protección	6
7	CONTROL DE CALIDAD	13
7.1	Pruebas Tecnológicas y Pruebas Funcionales de Prototipo	13
7.2	Pruebas Funcionales Dinámicas en Simulador	15
7.3	Evaluación de Operación en Campo	16
7.4	Listado de Sistema de Protección Aprobados por CFE	16

8 BIBLIOGRAFÍA ____ **17**

9 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD ____ **17**

10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES ____ **17**

APÉNDICE A (Normativo) **PRUEBAS FUNCIONALES** ____ **47**

APÉNDICE B (Informativo) ____ **48**

TABLA 1 Tipos de Operación ____ **6**

TABLA 2 Pruebas de prototipo mínimas ____ **14**

TABLA 3 Esquemas de protección para líneas de transmisión, con tensiones de 400 y 230 kV ____ **18**

TABLA 4 Esquemas de protección para líneas de subtransmisión, con tensiones de 69 kV y hasta 161 kV ____ **20**

TABLA 5 Esquemas de protección para líneas con tensiones de 34,5 kV y menores ____ **21**

FIGURA 1 Arreglo normalizado de teleprotección para línea en 400 y 230 kV ≤ 10 km, con medio de comunicación principal fibra óptica dedicada y respaldo por fibra óptica multiplexada (PP1 – 87L/21/67 y PP2 – 87L/21/67 ____ **21**

FIGURA 1A Arreglo normalizado de teleprotección para líneas de 400 y 230 kV y L ≤ 15 km, con medio de comujnicacion principal fibra optica delicada y respaldo por fibra optica multiplexada (PP1-87/21/67 y PP2-87L/21/67) ____ **22**

FIGURA 2A Arreglo normalizado de Teleprotección para línea en 400kV /230KV y L> 15 km ≤ 40 km, con medio de comunicación principal Fibra Óptica dedicada y respaldo por fibra óptica multiplexada (PP2 -21/67 ó 85/67) (PP1-87L/21/67) ____ **23**

FIGURA 2B Arreglo normalizado de Teleprotección para línea en 400 y 230 kV y L > 15 km ≤ 40 km, con medio de comunicación principal fibra óptica dedicada (PP1-87L/21/67) y respaldo por OPLAT (PP2- 21/67 ó 85/67) ____ **24**

FIGURA 2C Arreglo normalizado de Teleprotección para línea en 400 kV/ 230 kV y L > 15 km ≤ 40 km, con medio de comunicación principal fibra óptica multiplexada (PP1-87L/21/67) y respaldo por OPLAT (PP2-21/21N ó 85L/67) ____ **25**

FIGURA 2D Arreglo normalizado de teleproteccion para lineas de 230 kV 15 < L ≤ 40 km y L > 40 km , con medio de comunicación principal fibra óptica dedicada (PP1-87L/21/67 y PP2-85L//67 ó 21/67) y respaldo por OPLAT (FIGURA 2D ____ **26**

FIGURA 2E Arreglo normalizado de teleproteccion para lineas de 230 kV 15 < L ≤ 40 km, con medio de comunicación principal fibra óptica dedicada (PP1-87L/21/67) con (PP2-21/67 ó 85L/67) 27

FIGURA 3 Arreglo normalizado de teleprotección para línea en 400 kV/230kV > 40 km, con medio de comunicación principal fibra Óptica dedicada (PP1-87L/21/67) y respaldo por fibra óptica dedicada (PP2-21/67 ó 87 L/67) 29

FIGURA 3A Arreglo normalizado de Teleprotección para línea en 400KV /230 kV y L > 40 km, con medio de comunicación principal fibra óptica dedicada (PP1-87L/21/67) y respaldo por Fibra Óptica multiplexada(PP2-21/67 ó 85L/67) 30

FIGURA 3B Arreglo normalizado de Teleprotección para línea en 400KV /230 KV y L > 40 km, con medio de comunicación principal fibra óptica dedicada (PP1-87L/21/67) y respaldo por Fibra Óptica multiplexada(PP2-21/67 ó 85L/67) 31

FIGURA 4 Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400 kV /230 kV, con medio de comunicación fibra óptica dedicada (PP1-87L/21/67) y respaldo por OPLAT (PP2-21/67) 32

FIGURA 4A Arreglo normalizado de teleprotección para línea en 400 kV /230 kV y L > 40 km, con medio de comunicación principal fibra óptica multiplexada (PP1-85L/67) y respaldo por OPLAT (PP2-21/67) 33

FIGURA 5 Arreglo normalizado de teleprotección para lineas de 400 kV /230 kV y L > 40 km, con medio de comunicación principal fibra óptica dedicada (PP1-87L/21/67) y respaldo por OPLAT (PP2-21/67 ó 21L/67) 34

FIGURA 5A Arreglo normalizado de Teleprotección para línea en 400KV /230 KV > 40 km, con medio de comunicación principal vía Fibra Óptica Multiplexada (PP1-87L/21//67) y respaldo por OPLAT (PP2 – 21/67 35

FIGURA 6 Arreglo normalizado de teleprotección para línea en de 69 kV a 161 kV y L ≤ 15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica dedicada (P1-87L/21/67) y respaldo por fibra óptica multiplexada (P2-87L/21/67) 36

FIGURA 6A Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 161 kV y L ≤ 15 km, con medios de comunicación vía fibra óptica dedicada para protecciones (P1-87L/21/67) y (P2-87L/21/67) 37

FIGURA 7 Arreglo normalizado de Teleprotección para línea en 69 kV a 161 kV ≤ 15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica multiplexada (P1-85LT, P2 – 87L/21/67 y) 38

FIGURA 8 Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 161 KV y L ≤ 15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica dedicada (P1-87L/21/67) y respaldo por fibra óptica multiplexada (P2-85L_T) 39

FIGURA 9 Arreglo normalizado para línea radial de 69KV a 161 kV y L ≤15 km, sin medio de comunicación (P1-50/ 51 y P2-50/51) 40

FIGURA 10 Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 161 kV y L > 15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica dedicada (P1- 87L y P2 – 21/21N) 41

FIGURA 11 Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 161 kV y L >15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica multiplexada (P1-87L/67 y P2-21/67) 42

FIGURA 12 Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 169 kV y L > 15 km, con medio de comunicación vía OPLAT (P1-21/67 Y P2-21/67) 43

FIGURA 13 Arreglo normalizado para línea de 69 kV a 161 kV y L > 15 km, sin medio de comunicación (P1 – 21/67, P2-21/67) 44

FIGURA 14 Arreglo normalizado para línea radial de 69 kV a 161 kV y L > 15 km, sin medio de comunicación (P1 – 21/21N, P2 – 50/51) 45

FIGURA 15 Arreglo normalizado de protección para línea de media tensión (PP – 50/51 con recierre) 46

1 OBJETIVO

Definir los esquemas normalizados de protecciones para líneas que se utilizan en la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y en enlaces de interconexión con entidades externas.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Aplica para todas las líneas de transmisión, subtransmisión y distribución, de enlace y radiales, para tensiones desde 69 kV hasta 400 kV.

3 REFERENCIAS

NOM-008-SCFI-2002	Sistema General de Unidades de Medida.
NOM-EM-121-SCT1-1994	Instalación y Operación de Sistemas de Radiocomunicación que Emplean la Técnica de Espectro Diverso en las Bandas de 902 - 928 MHz, de 2 450 – 2483,5 MHz y de 5 725 – 5 850 MHz.
LSPA	Listado de Sistemas de Protección Aprobados.
PE-K3000-002	Procedimiento Técnico para Evaluar los Sistemas de Protección y Dispositivos Electrónicos Inteligentes Asociados que son Suministrados a CFE.

4 DEFINICIONES

4.1 Ajustes del Relevador

Valores que se utilizan para definir el comportamiento de las funciones de protección. En relevadores microprocesados se guardan en la memoria no volatil a través de su “software” de configuración.

4.2 Canal Digital

Medio de comunicación en el que viajan señales de tensión en dos estados lógicos “1” y “0”, y que puede operar a través de diferentes sistemas de comunicación como lo son los sistemas de fibra óptica, sistemas OPLAT y sistemas de microondas, entre otros.

4.3 Canal Multiplexado

Medio de comunicación que resulta del proceso de multiplexaje o agrupamiento de canales individuales en una señal única.
El proceso de multiplexaje se realiza mediante algoritmos o métodos específicos de uso común o propio del fabricante y pueden ser en el dominio del tiempo (digital) o en el dominio de la frecuencia (analógico). En el extremo donde se recibe la señal se realiza el demultiplexaje aplicando en forma inversa el algoritmo para obtener la información original de cada canal individual.

4.4 Canal Tipo FSK (Frecuency Shift Keying)

Medio de comunicación por radiofrecuencia que opera bajo dos o más estados lógicos, estos pueden ser pasivos o dinámicos.

En el modo pasivo la frecuencia, mediante una instrucción entrante, puede cambiar de un estado a otro y allí permanecer hasta recibir una nueva instrucción. En el modo dinámico se puede estar operando entre dos o más estados a una velocidad determinada para proporcionar un código de instrucción.

4.5 Contacto Seco

Estado de conducción o no conducción que proporciona como salida un relevador, el estado de un contacto puede ser normalmente abierto o normalmente cerrado. Este no debe tener salida de tensión en sus terminales.

4.6 Esquemas de Protección

Grupo o arreglo de dispositivos llamados relevadores que se interconectan o interrelacionan para proteger a los equipos eléctricos primarios, detectando condiciones anormales de operación para evitar o reducir daños mayores al elemento primario.

4.7 Esquema de Protección Híbrido

Aquél que para generar la decisión de disparo o bloqueo, utiliza unidades direccionales hacia delante y hacia atrás. Normalmente es aplicado en las lógicas de baja aportación y eco.

4.8 Líneas de Distribución

Que operan en intervalos de tensión desde 2,4 kV y hasta 34,5 kV.

4.9 Líneas de Subtransmisión

Que operan en intervalos de tensión desde 69 kV y hasta 161 kV.

4.10 Líneas de Transmisión

Que operan en intervalos de tensión desde 230 kV, 400 kV y mayores.

4.11 Medio de Comunicación

Sistema de comunicaciones analógico o digital, que transporta canales de distintos tipos de un punto a otro o a través de una red de telecomunicaciones, y que es utilizado por los relevadores de protección para conformar los esquemas de teleprotección. A través de este medio, el esquema de protección envía y recibe señales digitales o señales a través de contacto seco, de acuerdo con el tipo de relevador

4.12 Multiplexor

Equipo de comunicación capaz de agrupar (multiplexación) varios canales individuales a su entrada, y proporcionar a su salida un solo canal conteniendo a los mismos; agrupados en una banda de frecuencia (caso analógico) o en una trama de tiempo (caso digital); también efectúa la demultiplexación de la señal recibida del extremo colateral.

4.13 Pruebas Prototipo

Se refiere a las pruebas tecnológicas y funcionales en estado estable. Las primeras destinadas a la verificación de calidad en el diseño y manufactura, así como sus componentes. Las pruebas funcionales en estado estable están destinadas a comprobar que el producto cumple con las características de comportamiento requeridas por la CFE.

4.14 Pruebas Dinámicas Funcionales

Son pruebas en estado dinámico que permiten conocer el comportamiento del relevador dentro de un sistema eléctrico de potencia a través de un modelo de la red eléctrica. Estas pruebas se realizan en el Simulador de

Transitorios en Redes Eléctricas de CFE. Para todos los casos se deben aplicar los modelos de las redes y equipos, así como los procedimientos indicados por las áreas operativas de CFE.

4.15 Pruebas de Comportamiento en Campo

Consiste en someter al equipo a condiciones reales de operación para verificar que no existan vicios ocultos por condiciones no reproducibles durante las Pruebas de Prototipo y Dinámicas Funcionales. Esta evaluación se realiza directamente en las instalaciones de CFE.

4.16 Señal Digital

Consta de dos estados lógicos (1 y 0; ó tensión y no tensión) que representan datos. Los canales digitales transportan esta información.

4.17 Sistemas de Comunicación

Son aquellos equipos de comunicaciones requeridos por los esquemas de protección para el envío y recepción de las señales necesarias para realizar las funciones de teleprotección.

4.17.1 Sistema OPLAT

Conjunto de equipos y medios (equipo OPLAT, cable de R.F. acoplador de impedancias, dispositivo de potencial, trampa de onda y línea de transmisión) necesarios para transportar diferentes tipos de servicios a través de señales de radiofrecuencia (30-500 kHz). Estos sistemas operan bajo dos esquemas posibles de modulación SSB y FSK

4.17.2 Sistema óptico

Conjunto de equipos digitales y medios (equipo PDH o SDH) que utilizan como medio de propagación la fibra óptica y se utilizan para transportar señales digitales de alta capacidad y las de teleprotección. Para el transporte de estas últimas se puede emplear un multiplexor utilizando una salida óptica con la bibliografía [1] a 64 kbps o si se especifica en Características Particulares con una interface G.703.1 ó G.703.6.

5 ABREVIATURAS Y CLAVES DE IDENTIFICACIÓN

21/21N Protección de distancia para fallas entre fases y de fase a tierra.

50/51 Protección de sobre corriente de fases instantánea y temporizada.

50FI Protección de falla de interruptor.

50N/51N Protección de sobre corriente de neutro instantánea y temporizada.

67/67N Protección de sobre corriente direccional de fases y neutro.

79 Recierre.

85L Protección de comparación direccional de secuencia positiva y negativa, o de onda viajera o superpuesta.

85LT Protección de comparación direccional de secuencia positiva, cero y negativa, de operación tripolar.

87B Protección diferencial de barras.

87L Protección diferencial de línea.

CH1 Canal de comunicación 1.

CH2 Canal de comunicación 2.

CRR Comunicación relevador – relevador.

DAG Disparo automático de generación.

DAC Disparo automático de carga.

DTD Disparo transferido directo.

DTL Disparo trasferido de línea

E1 Trama digital de 30 + 2 canales (2.048 kbps)

EDT Equipo digital de Teleprotección

FO Fibra óptica.

IN Corriente nominal.

LT Línea de transmisión.

MED Medición.

OPLAT Onda portadora en línea de alta tensión.

PERM Permisivo.

PP1 Protección primaria 1.

PP2 Protección primaria 2.

P1 Protección 1 (líneas de subtransmisión).

P2 Protección 2 (líneas de subtransmisión).

PPA Protección primaria de alimentador (línea de distribución).

PR Protección de respaldo.

POTT Esquema de disparo transferido permisivo por sobre alcance.

PUTT Esquema de disparo transferido permisivo por bajo alcance.

OPGW Cable de guarda con fibra óptica

RCD Radiocomunicación digital.

RD Registrador de disturbios

SIR Relación de impedancia de la fuente / alcance relevador en zona 1.

TP Equipo de teleprotección de tonos

UA Unidad de acoplamiento.

MUX Equipo multiplexor

ETO Equipo terminal óptico

FSK Frecuency shift keying

S1-S8 Terminales de transformadores de corriente

SSB Single Side Band

PDH Pleosynchronocity Digital Hierarchy

SDH Synchronocity Digital Hierarchy

6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES

6.1 Esquemas Normalizados

Para establecer los esquemas normalizados para protecciones de líneas de transmisión y subtransmisión con tensión de operación de 69 kV y mayores, se han considerado los casos siguientes:

- línea larga > 40 km,
- 15 km < línea media ≤ 40 km,
- línea corta ≤ 15 km.

Los esquemas para protecciones de línea de transmisión con tensiones de 400 y 230 kV, deben contar con lo siguiente:

a) **PP1** protección primaria 1.

b) **PP2** protección primaria 2.

c) **PR** protección de respaldo.

d) **50FI** protección contra falla de interruptor.

Los esquemas para protecciones de líneas de subtransmisión con tensiones de 69 a 161 kV, deben contar con lo siguiente:

a) **P1** protección primaria.

b) **P2** protección primaria.

c) **PR** protección de respaldo.

d) **50FI** protección contra falla de interruptor (excepto líneas de distribución).

Los esquemas para protecciones de líneas de media tension con tensiones de 34,5 kV y menores, deben contar con lo siguiente:

a) **PPA** protección primaria de alimentador (línea de distribución radial).

En las tablas 3, 4 y 5 se proporcionan las aplicaciones de los esquemas normalizados, dependiendo de su aplicación y las condiciones de la línea: longitud y medios de comunicación disponibles.

En las figuras 1 a la 2 se muestran los diagramas unifilares de protecciones para líneas de transmisión en 400 y 230 kV., en las figuras 3 a la 10 los correspondientes a las líneas de subtransmisión y en la figura 10 la correspondiente a líneas de distribución.

6.2 Características de los Esquemas de Protección

Los esquemas de protección deben de cumplir con lo establecido en este documento y con lo siguiente:

a) Deben ser servidores MMS de conformidad con lo establecido en la referencia B.13,B.14,B.15 y B.12 del apéndice B de esta norma de referencia .

b) Deben ser publicadores y suscriptores de mensajes GOOSE tal y como se define con lo establecido en la referencia B.13 y B.12 del apéndice B de esta norma de referencia.

c) El software del relevador debe permitir la exportación e importación de archivos de configuración en formato XML utilizando el lenguaje de configuración de subestación (SCL) como se define en la norma IEC 61850-6.

6.2.1 Tiempo de operación

Los esquemas de protección deben contar con un tiempo de operación por contacto seco de conformidad con lo establecido con la tabla 1. Los tiempos de operación de disparo para la publicación de mensajes GOOSE se definen en la normatividad vigente por CFE.

TABLA 1-Tiempos de operación

TENSIÓN	PROTECCIÓN	TIEMPO DE OPERACIÓN POR CONTACTO
400 kV	PP1	< 20 ms
400 kV	PP2	< 25 ms
230 kV	PP1 y PP2	< 25 ms
Menor a 161 kV	P1 y P2	< 32 ms
Menor a 34,5 kV	PPA	< 32 ms

6.2.2 Características generales para los esquemas de protección de líneas de transmisión

Los esquemas de protección de estas líneas, deben cumplir con las características siguientes:

a) Disparo monopolar, con salidas independientes de disparo por polo y para disparo tripolar.

b) Lógica de arranque monopolar y tripolar del relevador de falla de interruptor.

c) Lógica de arranque monopolar y tripolar del relevador de recierre.

d) Tiempo de operación de los relevadores. Si PP1 y PP2 son 87L aplica tiempo de operación de PP1.

6.2.3 Características generales de los esquemas de protección para líneas de subtransmisión

Los esquemas de protección de estas líneas, deben cumplir con las siguientes características:

a) Disparo tripolar.

b) Lógica de arranque tripolar del relevador de falla de interruptor.

c) Lógica de arranque tripolar del relevador de recierre.

d) Tiempo de operación del relevador P1 y P2 < 32 ms.

6.2.4 Relevadores de protección

6.2.4.1 Protección de comparación direccional de secuencia positiva, negativa y cero 85L (PP1 en 400 y 230 kV)

Este relevador debe contar con lo siguiente:

a) Esquema de comparación direccional tipo híbrido con opción de habilitar y deshabilitar la lógica de eco y/o de baja aportación.

b) Unidades de medición para fallas trifásicas:

- unidad MHO de secuencia positiva de bajo alcance para fallas hacia delante,
- unidad MHO de secuencia positiva de sobre alcance para fallas hacia delante,
- unidad MHO de secuencia positiva con “offset” hacia atrás.

c) Unidades de sobrecorriente para fallas entre fases y de fase a tierra.

- unidad direccional de secuencia negativa hacia delante,
- unidad direccional de secuencia negativa hacia atrás,
- unidad de sobrecorriente de secuencia cero con restricción de secuencia positiva.

d) Lógica de línea muerta. .(función de disparo instantáneo contra energización de línea aterrizada o con falla).

e) Detector de falla de fusible en señales de potencial para alarma y bloqueo. De acuerdo a NOM-008.

f) Lógica de inversión de corriente. El relevador debe contar con esta función independientemente de que se tengan líneas paralelas o no.

g) Unidad de bloqueo del disparo por oscilaciones, con opción de selección de zonas a bloquear.

h) Función de autodiagnóstico.

i) Preparado para operar en líneas con compensación serie y adyacentes.

j) Localización de fallas.

6.2.4.2 Protección de comparación direccional de onda superpuesta 85L (PP1 en 400 y 230 kV)

Este relevador debe contar con lo siguiente:

a) Esquema de comparación direccional basado en la relación directa o en la polaridad relativa de los incrementos de tensión y corriente, para utilizarse con un sistema de comunicación que puede ser: OPLAT o fibra óptica.

b) Lógica de teleprotección seleccionable:

- POTT,
- híbrido con la opción de habilitar y deshabilitar la lógica de eco y/o de baja aportación.

c) Aplicable a líneas paralelas con inversión de corriente.

d) Lógica de línea muerta.(función de disparo instantáneo contra energización de línea aterrizada o con falla).

e) Detector de falla de fusible en señales de potencial para alarma y bloqueo. De acuerdo a NOM-008

f) Función de autodiagnóstico.

g) Preparado para operar en líneas con compensación serie y adyacentes.

h) Localización de fallas

6.2.4.3 Protección diferencial de línea 87L (PP1, PP2 en 400 kV y 230 kV)

Debe cumplir con lo siguiente:

a) El relevador diferencial debe contar con alarma y bloqueo por falla de canal.

b) El relevador diferencial debe contar con alarma y bloqueo por asimetría con un ajuste minino de 5 ms. Cuando se solicite en **Características Particulares** el relevador debe contar con compensación de asimetría de canal utilizando GPS.

c) El relevador diferencial debe soportar una latencia mínima de 16 ms y contar con alarma y bloqueo por retardo de canal.

d) Debe contar con funciones adicionales de protección de distancia con al menos dos zonas hacia adelante, con medición para fallas entre fases y medición para fallas de fase a tierra.

e) Compensación interna mediante ajustes del relevador para diferentes relaciones de TC’s en las terminales de la línea.

f) Operación monopolar.

g) Función de autodiagnóstico.

h) La salida del relevador para comunicación con su extremo remoto, siempre debe ser óptica.

i) Localización de fallas

j) Esquema de línea muerta (función de disparo instantáneo contra energización de línea aterrizada o con falla).

k) El relevador debe de contar con un ajuste que compense la potencia reactiva de la línea sin carga, para aplicaciones.

l) Mayores a 40 km.

Para aplicaciones con fibra óptica dedicada, el relevador debe contar con rangos de potencia óptica para corto alcance (0-15km) y largo alcance (15-40 km) así como la sensibilidad óptica necesaria (para evitar saturación o quedar por debajo del umbral de sensibilidad) de acuerdo con las características de la fibra y la longitud óptica que se establezcan.

En **Características Particulares** se debe especificar las características del enlace de fibra óptica que incluya la distancia a cubrir y el tipo de fibra óptica instalada, con la finalidad de que el cálculo de ingeniería defina la atenuación total, la potencia del transmisor y la sensibilidad del receptor para un óptimo enlace.

6.2.4.4 Protección diferencial de línea 87L (P1 en 161 kV y menores)

Debe cumplir con lo siguiente:

a) El relevador diferencial debe contar con alarma y bloqueo por falla de canal.

b) Debe contar con funciones adicionales de protección de distancia con cuando menos dos zonas hacia adelante, con medición para fallas entre fases y medición para fallas de fase a tierra, cuando así se requiera con base en la aplicación del esquema de protección (véanse tablas 3,4 y 5).

c) Compensación interna mediante ajustes del relevador para diferentes relaciones de TC's en las terminales de la línea.

d) Operación tripolar.

e) Función de autodiagnóstico.

f) La salida del relevador para comunicación con su extremo remoto, siempre debe ser óptica.

g) Localización de fallas.

h) Esquema de línea muerta (función de disparo instantáneo contra energización de línea aterrizada o con falla).

Para aplicaciones con fibra óptica dedicada, el relevador debe contar con rangos de potencia óptica para corto alcance (0-15 km) y largo alcance (15-40 km) y sensibilidad óptica necesaria (para evitar saturación o quedar por debajo del umbral de sensibilidad) de acuerdo con las características de la fibra y la longitud óptica que se establezcan.

En **Características Particulares** se debe especificar las características del enlace de fibra óptica que incluya la distancia a cubrir y el tipo de fibra óptica instalada, con la finalidad de que el cálculo de 9 ingeniería defina la atenuación total, la potencia del transmisor y la sensibilidad del receptor para un óptimo enlace.

Para la aplicación con un multiplexor (SDH, PDH u otro), debe soportar una simetría máxima de 3 ms y un retardo máximo de 16 ms, .debe contar con una salida óptica y debe cumplir con la bibliografía [1] a 64 kbps. Si se especifica en **Características Particulares** se debe suministrar un convertidor a una interface G.703.1 ó G.703.6.

6.2.4.5 Protección de distancia 21/21N (PP2 en 400 y 230 KV).

Debe cumplir con lo siguiente:

a) Esquema microprocesado de distancia con 3 zonas de protección hacia adelante y debe contar con una cuarta zona con la opción de seleccionar su direccionalidad hacia atrás o adelante.

b) Esquema de comparación direccional con lógica programable PUTT/POTT.

- fallas entre fases con característica MHO o poligonal,
- unidades de medición de impedancias.

  . para fallas A-B,

  . para fallas B-C,

  . para fallas C-A.

- fallas de fase a tierra con característica poligonal,
- unidades de medición de impedancia.

  . para fallas A-T,

  . para fallas B-T,

  . para fallas C-T.

c) Unidad de bloqueo del disparo por oscilaciones, con opción de selección de zonas a bloquear.

d) Detector de falla de fusible en señales de potencial para alarma y bloqueo. De acuerdo a NOM-008.

e) Lógica de inversión de corriente.

f) Función de autodiagnóstico.

g) Preparado para operar en líneas con compensación serie y adyacentes.

h) Localización de fallas.

i) Esquema de línea muerta (función de disparo instantáneo contra energización de línea aterrizada o con falla).

6.2.4.6 Protección de distancia 21/21N (P1 Y P2 en 161 kV y menores)

Debe cumplir con lo siguiente:

a) Esquema microprocesado de distancia con 3 zonas de protección hacia adelante y debe contar con una cuarta zona con la opción de seleccionar su direccionalidad hacia atrás o adelante.

b) Esquema de comparación direccional con lógica programable PUTT/POTT.

c) Unidades de medición de distancia.

- medición para fallas entre fases con característica MHO o poligonal,
- medición para fallas de fase a tierra con característica poligonal.

d) Lógica de línea muerta.

e) Operación tripolar.

f) Función de recierre tripolar (opcional).

g) Detector de falla de fusible en señales de potencial para alarma y bloqueo. De acuerdo a NOM-008

h) Lógica de inversión de corriente.

i) Función de autodiagnóstico.

j) Localización de fallas

6.2.5 Protección de comparación con unidad direccional de secuencia positiva, negativa y cero y lógica de comunicación de relevador a relevador 85LT (tripolar)

Este relevador debe cumplir con lo siguiente:

a) Unidades de medición de corriente para fallas de fase a tierra y de fase a fase.

- con curvas características de operación de corriente contra tiempo seleccionable, que cumplan con las curvas IEC y ANSI típicas : inversa, moderadamente inversa, muy inversa y extremadamente inversa,
- debe contar con unidades de sobrecorriente direccional instantáneas.

b) Debe contar con salidas de disparo independientes para unidades de tiempo e instantáneas.

c) Polarización seleccionable con corriente y tensión de secuencia cero, y tensión de secuencia negativa, para las unidades de sobrecorriente direccional de respaldo.

d) Localización de fallas.

e) Función de recierre tripolar (opcional).

f) Función de autodiagnóstico.

g) Con unidad direccional de secuencia negativa, para la lógica de comparación direccional.

h) Con unidad direccional de secuencia cero para la lógica de comparación direccional.

i) Con unidad direccional de secuencia positiva para fallas trifásicas, para la lógica de comparación direccional.

j) Lógica de inversión de corriente.

6.2.6 Protección de respaldo 67/67N

Se acepta como función adicional de la funciones PP1 y PP2 para 400 y 230 kV, en caso de que alguno de los relevadores no cuente con la función 67 debe ser un relevador independiente.

Se acepta como función adicional de la funciones P1 y P2 para 161 a 69 kV, en caso de que alguno de los relevadores no cuente con la función 67 debe ser un relevador independiente.

Esta protección debe cumplir con lo siguiente:

Unidades de medición de corriente para fallas de fase a tierra y para fallas entre fases, con características de tiempo inverso con curvas IEC Y ANSI: inversa, moderadamente inversa, muy inversa y extremadamente inversa como mínimo.

a) Debe contar con unidades de sobrecorriente para fallas entre fases y de fase a tierra instantáneas.

b) Debe contar con salidas de disparo independientes para unidades de tiempo e instantáneas.

c) Polarización seleccionable con corriente de secuencia cero y tensión de secuencia cero, tensión de secuencia negativa y tensión en cuadratura.

d) Unidad direccional para fallas trifásicas.

e) Localización de fallas.

f) Función de recierre tripolar.

g) Función de autodiagnóstico.

- con lógica POTT, preparado para operar con inversión de corriente.

h) Con unidad de operación direccional de secuencia negativa, cuando así se requiera.

6.2.7 Protección para líneas de subtransmisión radiales 50/51-50N/51N (PPA)

Este relevador debe cumplir con lo siguiente:

a) Tres unidades de medición de corriente para fallas entre fases y una unidad de medición de corriente para fallas de fase a tierra, con curvas características de operación de tiempo-corriente seleccionable, que cumplan con las curvas IEC y ANSI típicas: inversa, moderadamente inversa, muy inversa y extremadamente como mínimo.

b) Tres unidades de medición de corriente para fallas entre fases y una unidad de medición de corriente para fallas de fase a tierra, con operación Instantánea.

c) Debe contar con salidas de disparo independientes para unidades de tiempo e instantáneas.

d) Función de autodiagnóstico.

e) Función de recierre tripolar.

f) Localización de fallas.

6.2.8 Protección para falla de interruptor 50FI

Para tensiones de 400 y 230 kV debe ser un relevador independiente y no se acepta que cuente con funciones adicionales de protección excepto la función 86FI.

Para tensiones de 161 a 69 kV se acepta como función adicional del relevador P1 y P2, se acepta que cunete con la función 86FI.

Esta protección debe cumplir con lo siguiente:

a) Con tres unidades de medición de corriente de fase para esquemas de líneas de transmisión con lógica de arranque por disparo monopolar y tripolar y con salida de redisparo por fase y una de disparo tripolar.

b) Para esquemas de líneas de subtransmisión: con tres unidades de medición de corriente de fase y una de neutro con lógica de disparo tripolar, con una salida de redisparo y otra de disparo.

c) Con temporizadores independientes para las funciónes de redisparo y disparo.

El esquema de protección para interruptores de líneas de transmisión y de generador debe contar con una función de protección contra el arqueo interno o externo del interruptor, cuando así se solicite en **Características Particulares**.

6.2.9 Arreglos básicos normalizados de teleprotección

En las figuras de la 1 a la 12 se muestran los diagramas unifilares con los arreglos normalizados del sistema de protección derivados de las diferentes combinaciones de esquemas de protección y medios de comunicación para diferentes niveles de tensión utilizados en líneas de transmisión y subtransmisión indicados en las tablas 3,4 y 5.

Adicionalmente en estos diagramas se indica el número de devanados secundarios de los transformadores de corriente, el orden y agrupamiento de los relevadores y registradores de disturbio conectados a dichos devanados, y la conexión para la obtención de los potenciales

Los diagramas que se muestran en esta norma de referencia son indicativos más no limitativos, por lo que la configuración final depende del arreglo de barras y de las necesidades propias de cada instalación.

7 CONTROL DE CALIDAD

Los relevadores de protección a utilizarse en las líneas de transmisión, subtransmisión y distribución de CFE, deben cumplir con los siguientes requisitos:

a) Pruebas tecnológicas y pruebas funcionales de prototipo en estado estable (De acuerdo con 5.1).

b) Pruebas dinámicas funcionales en simulador (De acuerdo al inciso 5.2).

c) Evaluación de operación en campo (de acuerdo con el inciso 5.3).

d) Todas las funciones de protección referidas en este documento deben estar homologadas respecto al listado LSPA.

Los relevadores de falla de interruptor (50FI), solo requieren cumplir las pruebas tecnológicas y funcionales de prototipo, en estado estable.

En el caso de relevadores que cuenten con el mismo “hardware” de un relevador previamente aprobado, no requieren de las pruebas tecnológicas. Sin embargo, sí requiere cumplir las pruebas funcionales de prototipo en estado estable. Y cuando aplique, se deben realizar las pruebas dinámicas funcionales y la evaluación en campo.

7.1 Pruebas Tecnológicas y Pruebas Funcionales de Prototipo

Estas pruebas deben ser evaluadas y aprobadas por un laboratorio reconocido por el Sistema Nacional de Laboratorios de Pruebas y se deben realizar de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla de esta norma de referencia, documentos que se deben entregar a CFE.

TABLA 2 – Pruebas de prototipo mínimas

Prueba			Normas y/o especificaciones de acuerdo a las referencias del apéndice B de esta norma de referencia	Nivel de severidad requerido
Ambientales	1	Temperatura	B.2 (baja) B.3 (alta)	- 5 ºC 16 h 55 ºC 16 h
	2	Temperatura y humedad	B.4	25 ºC a + 55 ºC con 93 % HR
Mecánicas	3	Vibración	B.11	0,5 g @ 10 Hz < F< 150 Hz 1 ciclos/eje con equipo energizado 2 g @ 10 Hz < F< 150 Hz 20 ciclos con el equipo sin energizar
Compatibilidad electromagnética	4	Onda oscilatoria amortiguada	B.9	1 MHz < f < 1,5 MHz 2,5 kV < kV < 3,0 kV de cresta de primer ciclo
	5	Transitorios rápidos	B.7	± 4 kV a ± 5 kV 5/50 ns
	6	Inmunidad a campos electromagnéticos radiados	B.6	10 V/m a 1 kHz; (80 a 1 000) MHz
	7	Interrupciones y caídas de tensión	B.8	Interrupciones 95 % / 5 s Caídas 30 % / 10 ms 60 % / 100 ms
	8	Descargas electrostáticas	B.5	Nivel 4 ± 8 kV contacto ± 15 kV aire
Aislamiento	9	Tensión de impulso	B.10	5 kV (valor pico) 1,2/50 □s tres impulsos positivos y tres impulsos negativos
Funcionalidades en estado estable	10	Función principal y opcionales	Esta especificación, especificación del fabricante	Los valores indicados en esta especificación

Pruebas paramétricas	11	Fuentes de alimentación, tiempos de respuesta, capacidad de corriente y térmica de contactos	Esta especificación, especificación del fabricante	Los valores indicados en esta especificación
Comunicaciòn	12	modelos de datos, servicios abstractos y mapeo	B.12 B.13 B.14 B.15 B.16	Los valores indicados en la normatividad vigente.
Características de construcción	13	Cantidad de E/S, puertos, dimensiones, color, placa de datos	Esta especificación	Los indicados en esta especificación
Documentación	14	Índices estadísticos de confiabilidad, MTBF, MTTR, MTBR	Especificaciones del fabricante	-
	15	Manual técnico	NRF-002-CFE y/o archivo electrónico en formato de datos portable (pdf)	-
	16	“Firmware”, “software” y “hardware”	Especificación del fabricante	Carta del proveedor donde mencione la versión del “firmware” y “hardware” del relevador y “software” de explotación

La CFE debe emitir un documento informando al proveedor sobre el término satisfactorio de las pruebas tecnológicas y pruebas funcionales prototipo.

7.2 Pruebas Funcionales Dinámicas en Simulador

Estas pruebas deben realizarse a todos los relevadores de protección primaria y de respaldo de línea, por la CFE y tienen como finalidad, verificar el funcionamiento del relevador bajo condiciones críticas similares a las que pudiera estar sometido durante su utilización en las redes de transmisión, subtransmisión y distribución de CFE. Estas pruebas deben realizarse con un equipo de prueba capaz de reproducir señales de tensión y corrientes que recibe el relevador cuando se encuentra operando en una instalación, modeladas y generadas mediante un programa con las capacidades del “Programa para Transitorios Electromagnéticos” (EMTP, por sus siglas en inglés), en un simulador de equipo de prueba para relevadores RTDS (Real Time Digital Simulator) o equipos similares. El procedimiento para la realización de estas pruebas debe cumplir con lo indicado en el Apéndice A, donde se establecen, los parámetros de la red y las condiciones de prueba. El fabricante debe proponer los ajustes óptimos requeridos para que el equipo tenga un comportamiento satisfactorio en dichas pruebas.

El área usuaria debe emitir un documento informando al proveedor sobre el término satisfactorio de las pruebas dinámicas funcionales.

7.3 Evaluación de Operación en Campo

La finalidad de esta evaluación es verificar el funcionamiento del relevador bajo prueba en condiciones reales de operación y solo deben aplicarse a los relevadores de protección primaria y de línea, lo que se describe en el Apéndice A. Esta evaluación debe ser efectuada en instalaciones de CFE.

El fabricante debe proporcionar a CFE una pareja de relevadores para instalarse en donde el área usuaria lo considere conveniente. El periodo de evaluación será el tiempo durante el cual se debe vigilar su correcto funcionamiento ante la ocurrencia de:

- una falla interna y cuatro fallas externas, durante un periodo de un año o,
- tres fallas internas y ocho fallas externas en total, durante un periodo menor a un año.

Lo anterior siempre y cuando el comportamiento de los relevadores sea correcto. Si los resultados son satisfactorios, y se han cumplido todos los requisitos, el área usuaria debe emitir un documento informando al proveedor sobre el término satisfactorio de la evaluación de operación en campo.

7.4 Listado de Sistema de Protección Aprobados por CFE

Los relevadores de protección primaria y respaldo que se encuentren en el proceso de evaluación y que hayan aprobado las pruebas tecnológicas y funcionales de prototipo en estado estable y las pruebas dinámicas funcionales en el simulador, deben ser incluidos en el listado LSPA

La CFE, debe actualizar y emitir el listado LSPA, con base en los resultados de la evaluación realizada a los relevadores de acuerdo con los lineamientos descritos en esta norma. Este listado debe tomarse como referencia por los proveedores que pretendan suministrar relevadores. Para la inclusión y permanencia de los relevadores en dicho listado también se considera la calidad y oportunidad del servicio y el apoyo técnico por parte del fabricante.

Se retiraran del listado los relevadores que durante su periodo de evaluación en campo presenten falla o comportamiento incorrecto.

Cuando los fabricantes informen a CFE que por obsolescencia dejarán de fabricar uno o varios tipos o modelos de relevadores, se retiraran éstos del listado LSPA después de la fecha en que se reciba el comunicado.

Cuando entre en vigencia una actualización de la normatividad de los relevadores, o se modifique alguna función y/o característica solicitada, si ocurriese que los relevadores que se encuentran en el listado no cumplen con estos cambios, la CFE informara al fabricante que en un plazo de seis meses contados a partir de la fecha en que entre en vigor la nueva normatividad, tal relevador o relevadores se retiraran del listado, a menos que se realicen las modificaciones necesarias para que cumpla con las nuevas características solicitadas. Si para cumplir con los nuevos requerimientos el fabricante modificó el hardware del relevador, se deberán realizar las pruebas de prototipo tecnológicas y si se modificó solamente el “firmware” se harán las pruebas funcionales de prototipo en estado estable y/o dinámicas funcionales; y las pruebas funcionales en estado estable y/o dinámicas funcionales.

Se analizará y reconsiderará la permanencia en el listado LSPA de los relevadores aprobados y en operación que presenten problemas de funcionamiento,.

Cuando un relevador ha cumplido satisfactoriamente con los requisitos establecidos en el capítulo 7 (Control de Calidad) y se cuente con la minuta correspondiente que avale estas pruebas CFE debe dar de alta en el listado LSPA a través del GPROT dicho relevador en un periodo máximo de 45 días naturales.

Para el caso en que los fabricantes realicen cambios en el diseño (harware) que afecte las funciones preestablecidas en detrimento de la calidad y el desempeño del equipo que invalidan total o parcialmente las pruebas prototipo; en este caso el fabricante debe notificar cambios en el hardware y el firmware para llevar un seguimiento y evaluar una eventual repetición de pruebas.

8 BIBLIOGRAFÍA

[1]	**IEEE C37.94 -2002**	Standard for N Times 64 Kilobit Per Second Optical Fiber Interfaces Between Teleprotection and Multiplexer Equipment.
[2]	**G0000-81-2008**	Característcas Técnicas para Relevadores de Protección
[3]	**PROT-0009**	Procedimiento de Evaluación en Campo del Comportamiento Operativo de Relevadores de Protección.
[4]	**PROT-0012**	Procedimiento de Pruebas Dinámicas Funcionales para los Relevadores de Protección de Nueva Tecnología Aplicados en Líneas de Transmisión y Subtransmisión, Utilizando Simulador de Fallas en Sistemas de Potencia.
[5]	**LSPA**	Listado de Sistemas de Protección Aprobados.
[6]	**PE-K3000-002**	Procedimiento técnico para evaluar los sistemas de protección y dispositivos electrónicos inteligentes asociados que son suministrados a CFE.

9 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

La evaluación de la conformidad con esta norma de referencia es responsabilidad de CFE. Los resultados de la evaluación deben ser expedidos por el LAPEM de CFE o por un organismo acreditado por la autoridad competente.

10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma de referencia es no equivalente con alguna norma internacional

No puede establecerse concordancia con normas internacionales por no existir referencias al momento de la elaboración de la presente norma de referencia.

TABLA 3 - Esquemas de protección para líneas de transmisión, con tensiones de 400 y 230 kV

Longitud (km)	Esquema 1		Esquema 2		Figura	Observaciones
	Medio de comunicación 1	PP1	Medio de comunicación 2	PP2		
L ≤ 15	Fibra óptica (dedicada)	87L / 21 / 67	Fibra óptica (dedicada)	87L / 21 / 67	1	Notas 1, 2
			Fibra óptica (multiplexada)	87L / 21 / 67	1A	Notas 1, 4, 5, 6
15 < L ≤ 40	Fibra óptica (dedicada)	87L / 21 / 67	Fibra óptica (dedicada)	21 / 67	2	Notas 1, 2, 3
				85L / 67	2	Notas 1, 3
			Fibra óptica (multiplexada)	21 / 67	2A	Notas 1, 4, 5, 6
				85L / 67	2A	Notas 1, 4, 5, 6
			OPLAT	21 / 67	2B	Notas 1
				85L / 67	2B	Notas 1
	Fibra óptica (multiplexada)	87L / 21 / 67	OPLAT	21 / 67	2C	Notas 1
				85L / 67	2C	Notas 1
	Fibra óptica (dedicada)	87L / 21 / 67	NINGUNO	85L / 67	2D, 2E	Aplica para líneas en 230 kV, en las que por razones técnicas o presupuestales, no es posible proporcionar el segundo medio de comunicación.
			NINGUNO	21 / 67	2D, 2E	
	OPLAT	21 / 67	NINGUNO	21 / 67	2F	Aplica para líneas en 230 kV, en las que por razones técnicas o presupuestales, no es posible proporcionar el segundo medio de comunicación.
L > 40	Fibra óptica (dedicada)	87L / 21 / 67	Fibra óptica (dedicada)	85L / 67	3	Notas 1, 2, 3, 4, La longitud máxima está determinada por la potencia de transmisión y la sensibilidad del receptor en las protecciones 87L, así como por la atenuación que proporciona el enlace óptico que las une.
				21 / 67	3	
			Fibra óptica (multiplexada)	85L / 67	3A	
				21 / 67	3A	
	Fibra óptica (multiplexada)	87L / 21 / 67	Fibra óptica (multiplexada)	85L / 67	3B	Notas 1, 4, 5, 6 - PP1 y PP2 Mutiplexados por el mismo equipo y medios de comunicación por diferente trayectoria. - La longitud máxima de aplicación estará definida por una asimetría y retardo máximo definido en la nota 5
				21 / 67	3B	
	Fibra óptica (dedicada)	85L / 67	OPLAT	21 / 67	4	Notas 1, 3,
	Fibra óptica (multiplexada)	85L / 67			4A	
	Fibra óptica (dedicada)	87L / 21 / 67	OPLAT	85 /67	5	Notas 1, 3 La longitud máxima está determinada por la potencia de transmisión y la sensibilidad del receptor en las protecciones 87L, así como por la atenuación que proporciona el enlace óptico que las une.
				21 / 67		
	Fibra óptica (multiplexada)	87L / 21 / 67	OPLAT	85 /67	5A	Notas 1 - La longitud máxima de aplicación estará definida por una asimetría y retardo máximo definido en la nota 5
				21 / 67		

	Fibra óptica (dedicada)	87L / 21 / 67	NINGUNO	21 / 67	2D	Nota 1 La longitud máxima está determinada por la potencia de transmisión y la sensibilidad del receptor en las protecciones 87L, así como por la atenuación que proporciona el enlace óptico que las une. Aplica para líneas en 230 kV, en las que por razones técnicas o presupuestales, no es posible proporcionar el segundo medio de comunicación.
	Fibra óptica (multiplexada)	87 / 67	NINGUNO	85 / 67 21 / 67	5B	Notas 1 - La longitud máxima de aplicación estará definida por una asimetría y retardo máximo definido en la nota 5 - Aplica para líneas en 230 kV, en las que por razones técnicas o presupuestales, no es posible proporcionar el segundo medio de comunicación.
	OPLAT	85 / 67	NINGUNO	21 / 67	2F	Aplica para líneas en 230 kV, en las que por razones técnicas o presupuestales, no es posible proporcionar el segundo medio de comunicación.

NOTA:

1. **El relevador 87L debe de contar con función 21 con al menos 2 zonas hacia delante sin POTT y que cumpla los tiempos de operación especificados en la bibliografía [1] de esta norma de referencia de acuerdo a su aplicación. La zona 1 debe ser de operación monopolar.**
2. **Para el caso de Fibra Óptica Dedicada como medio de comunicación 1 y Fibra Óptica Dedicada como medio de comunicación 2, se entiende como medio de comunicación 1, un cable diferente al del medio de comunicación 2.**
3. **Para el caso de fibra Óptica Dedicada como medio de comunicación para las funciones 85L o 21, se implementa con equipos digitales de teleprotección conectados directamente a la fibra óptica.**
4. **Para el caso de Fibra Óptica Multiplexada se entiende como medio de comunicación 2, un enlace (trayectoria) independiente del medio de comunicación de 1.**
5. **Para el caso de Fibra Óptica Multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal máxima y retardo máximo de acuerdo al punto 6.2.4.3**
6. **El medio de comunicación para la 87L multiplexada deberá de ser único, por lo cual el servicio (canal) no deberá ser respaldado (path sin protección).**
7. **Para la aplicación de relevadores diferenciales de línea con Fibra Óptica Dedicada o a través de Multiplexor, es responsabilidad del fabricante asegurar que la interfase óptica funcione adecuadamente en la distancia especificada.**
8. **En la tabla 1 se indica un resumen genérico de los medios y esquemas de protecciones, el detalle técnico se observa en las figuras correspondientes, los cuales deben ser aplicados en el desarrollo de la ingeniería.**
9. **El relevador 50 FI será un relevador independiente, y que junto como el DTD se detallan en las figuras correspondientes.**
10. **Las protecciones PP1 y PP2 deben estar preparadas para operar en líneas compensadas con capacitor serie, y disparo y recierre monopolar.**
11. **Las protecciones PP1 y PP2 deben ser equipos independientes y deben tener algoritmos con principios de operación diferentes.**
12. **Los esquemas de protección aprobados para tensiones superiores pueden ser aplicados en tensiones menores, siempre y cuando se cuente con la infraestructura de comunicación necesaria.**
13. **Se acepta que la comunicación entre relevador y el equipo de teleprotecciòn se realice mediante mensajes GOOSE definidos en la norma IEC 61850-8-1.**

TABLA 4 - Esquemas de protección para líneas de subtransmisión, con tensiones de 69 kV y hasta 161 kV

Longitud (km)	Medio de comunicación	P1	P2	Figura	Observaciones
L ≤ 15	Fibra óptica	87L / 21 / 67 (FO dedicada)	87L / 21 / 67 FO Multiplexada	6	
	Fibra óptica (dedicada)	87L / 21 / 67	87L / 21 / 67	6a	
	Fibra óptica (Multiplexada)	$85L_T$ *	87L/21/67	7	Notas 3, 4 - La longitud máxima de aplicación estará definida por una asimetría y retardo máximo definido en la nota 3
	Fibra óptica (Dedicada)	87L / 21 / 67	$85L_T$ POTT (sobre P1)	8	Notas 2
	---	50/51	50/51	9	Línea radial
L > 15	Fibra óptica (Dedicada)	87L/21/67	21 / 67 POTT	10	Para la 87L con aplicación máxima hasta 100 km utilizando fibra óptica monomodo y 1550 nm.
	Fibra óptica (Multiplexada)	87L/21/67	21/67 POTT	11	Notas 3, 4 - La longitud máxima de aplicación estará definida por una asimetría y retardo máximo definido en la nota 3
	OPLAT	21/67 POTT/PUTT	21/67 POTT	12	- - - - -
	---	21/67	21/67	13	Sin medio de comunicación
	---	21	50/51	14	Línea radial

NOTA:

2. Para el caso de fibra Óptica Dedicada como medio de comunicación para las funciones 85L o 21, se implementa con equipos digitales de teleprotección conectados directamente a la fibra óptica.

3. Para el caso de Fibra Óptica Multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal máxima y retardo máximo de acuerdo al punto 6.2.4.4

4. El medio de comunicación para la 87L multiplexada deberá de ser único, por lo cual el servicio (canal) no deberá ser respaldado (path sin protección).

5. Para la aplicación de relevadores diferenciales de línea con Fibra Óptica Dedicada o a través de Multiplexor, es responsabilidad del fabricante asegurar que la interfase óptica funcione adecuadamente en la distancia especificada.

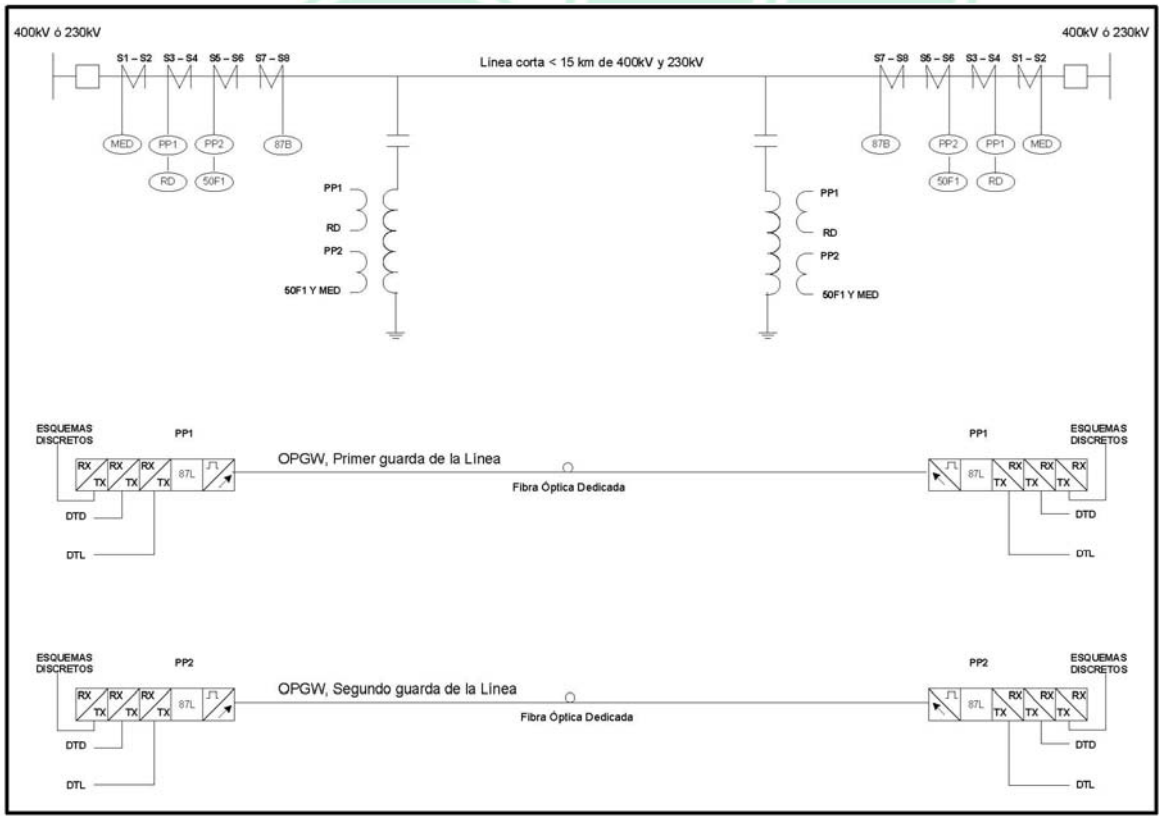
6. En la tabla 3 se indica un resumen genérico de los medios y esquemas de protecciones, el detalle técnico se observa en las figuras correspondientes, los cuales deben ser aplicados en el desarrollo de la ingeniería.

7. La función 50 FI debe estar integrada en la P1 y P2. En caso de que no cuente con esta función debe suministrar un relevador independiente, y que junto como el DTD se detallan en las figuras correspondientes.

8. **Las protecciones P1 y P2 deben ser equipos independientes y deben tener algoritmos con principios de operación diferentes.**
9. **Los esquemas de protección aprobados para tensiones superiores pueden ser aplicados en tensiones menores, siempre y cuando se cuente con la infraestructura de comunicación necesaria.**
10. **El esquema $85L_T$ no aplica para líneas con una o más terminales, ni para líneas paralelas, ni para líneas adyacentes a subestaciones de la red troncal.**
11. **Se acepta que la comunicación entre relevador y el equipo de teleprotecciòn se realice mediante mensajes GOOSE definidos en la norma IEC 61850-8-1.**

TABLA 5 - Esquemas de protección para líneas con tensiones de 34,5 kV y menores

PPA	79	Figura
Protección de sobrecorriente de fases y neutro residual (50/51)	Función de recierre automático tripolar	16



FIGULA 1- Arreglo normalizado de teleprotección para línea en 400 y 230 kV ≤ 10 km, con medio de comunicación principal fibra óptica dedicada y respaldo por fibra óptica multiplexada (PP1 – 87L/21/67 y PP2 – 87L/21/67)

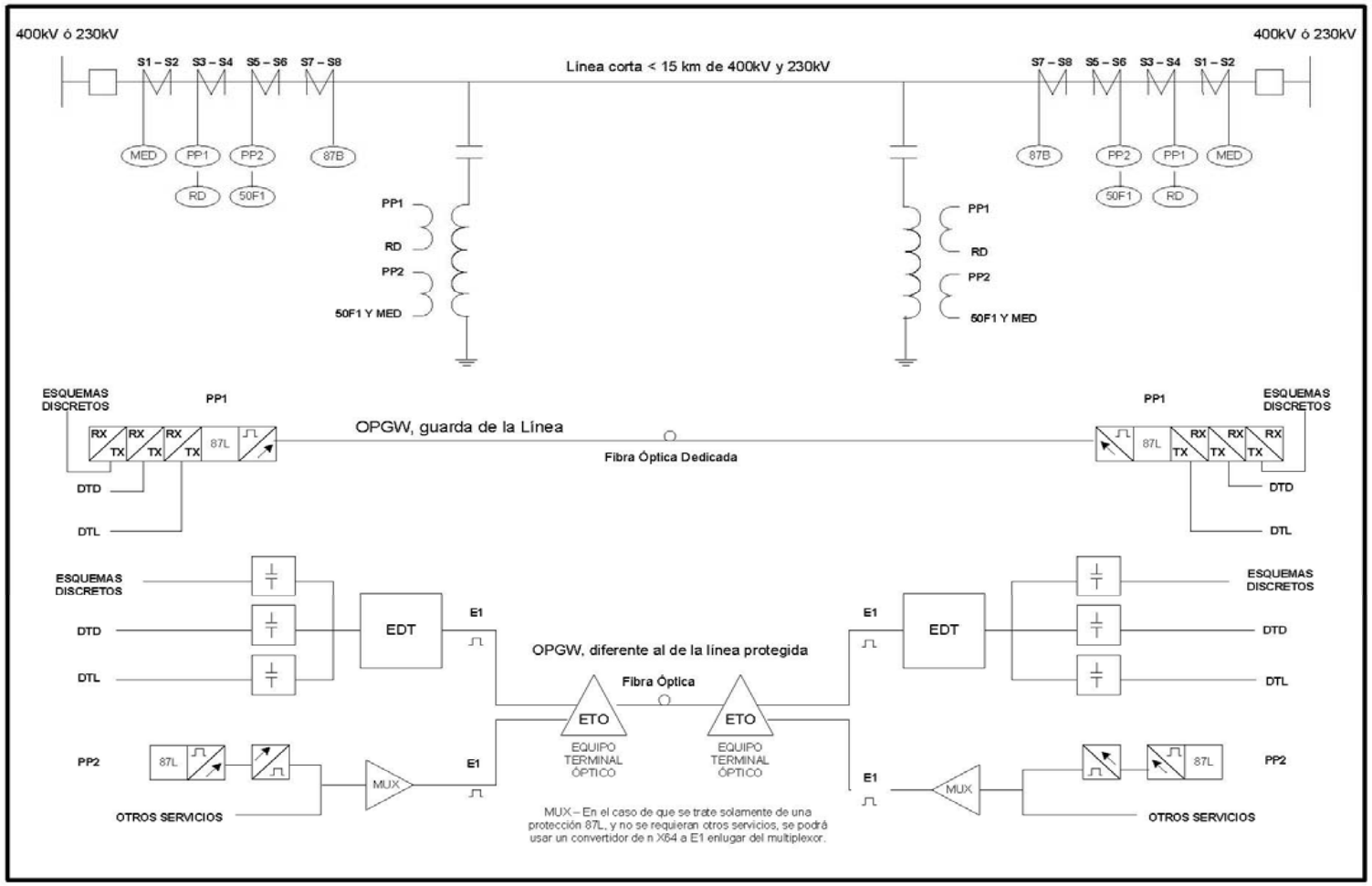


FIGURA 1A - Arreglo normalizado de teleprotección para líneas de 400 y 230 kV y L ≤ 15 km, con medio de comujnicacion principal fibra optica delicada y respaldo por fibra optica multiplexada (PP1-87/21/67 y PP2-87L/21/67)

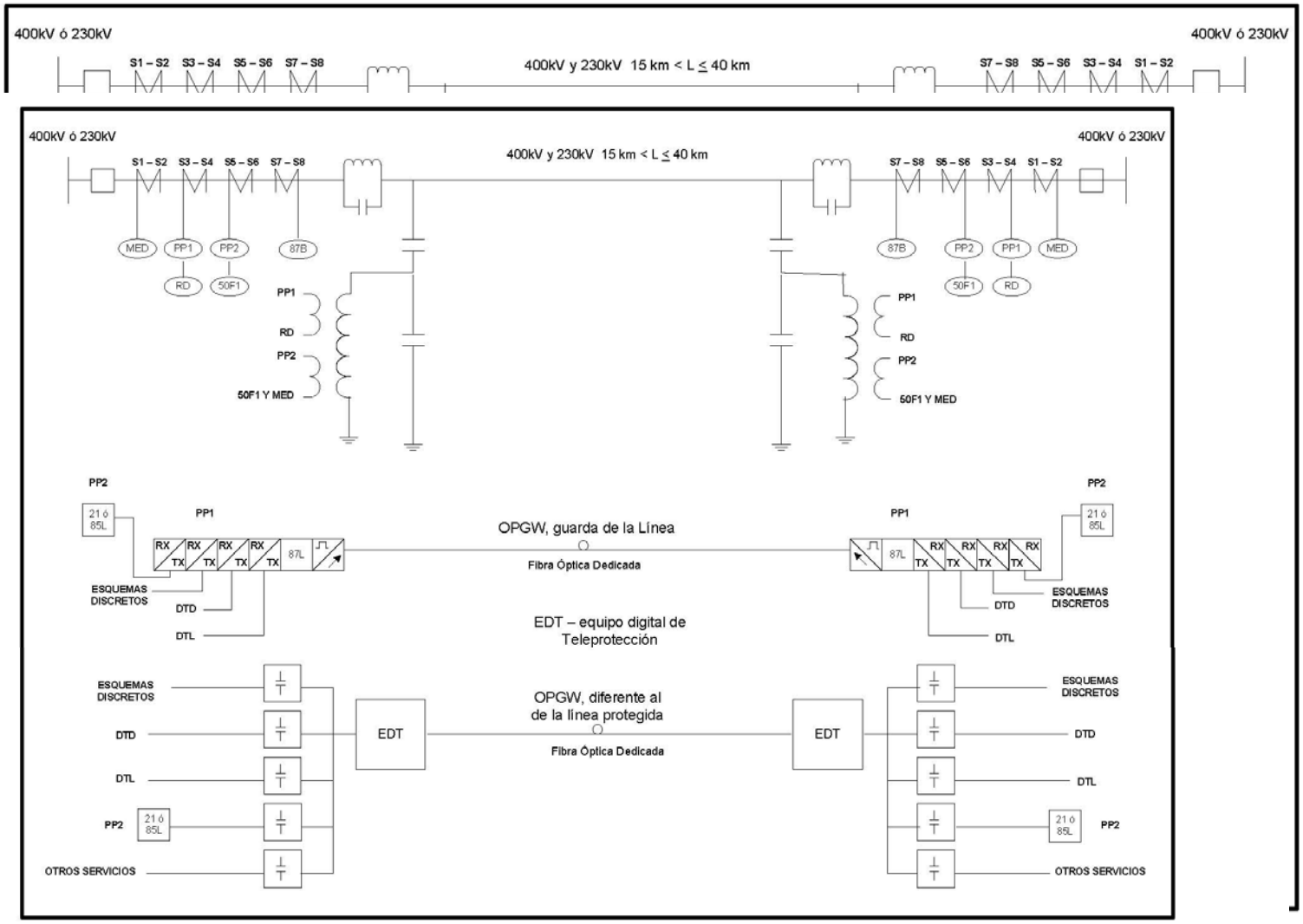


FIGURA 2A - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400 y 230 kV y L > 15 km ≤ 40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica dedicada y respaldo por fibra óptica multiplexada (PP1 – 87L/21/67 y PP2 – 21/67 ó 85/67)

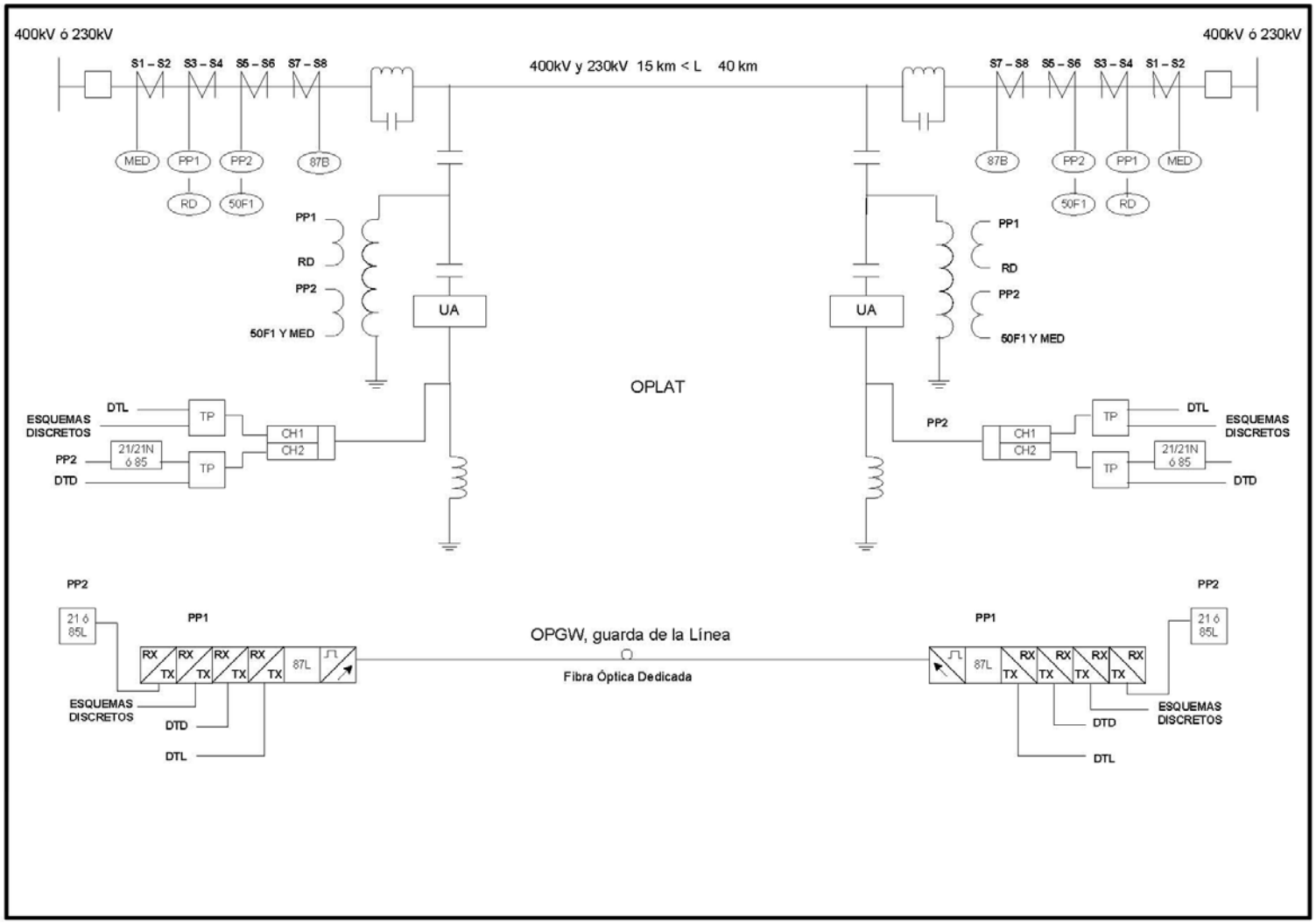


FIGURA 2B - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400 y 230 kV y L > 15 km ≤ 40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica dedicada (PP1 – 87L/21/67) y respaldo por OPLAT (PP2 – 21/67 ó 85/67)

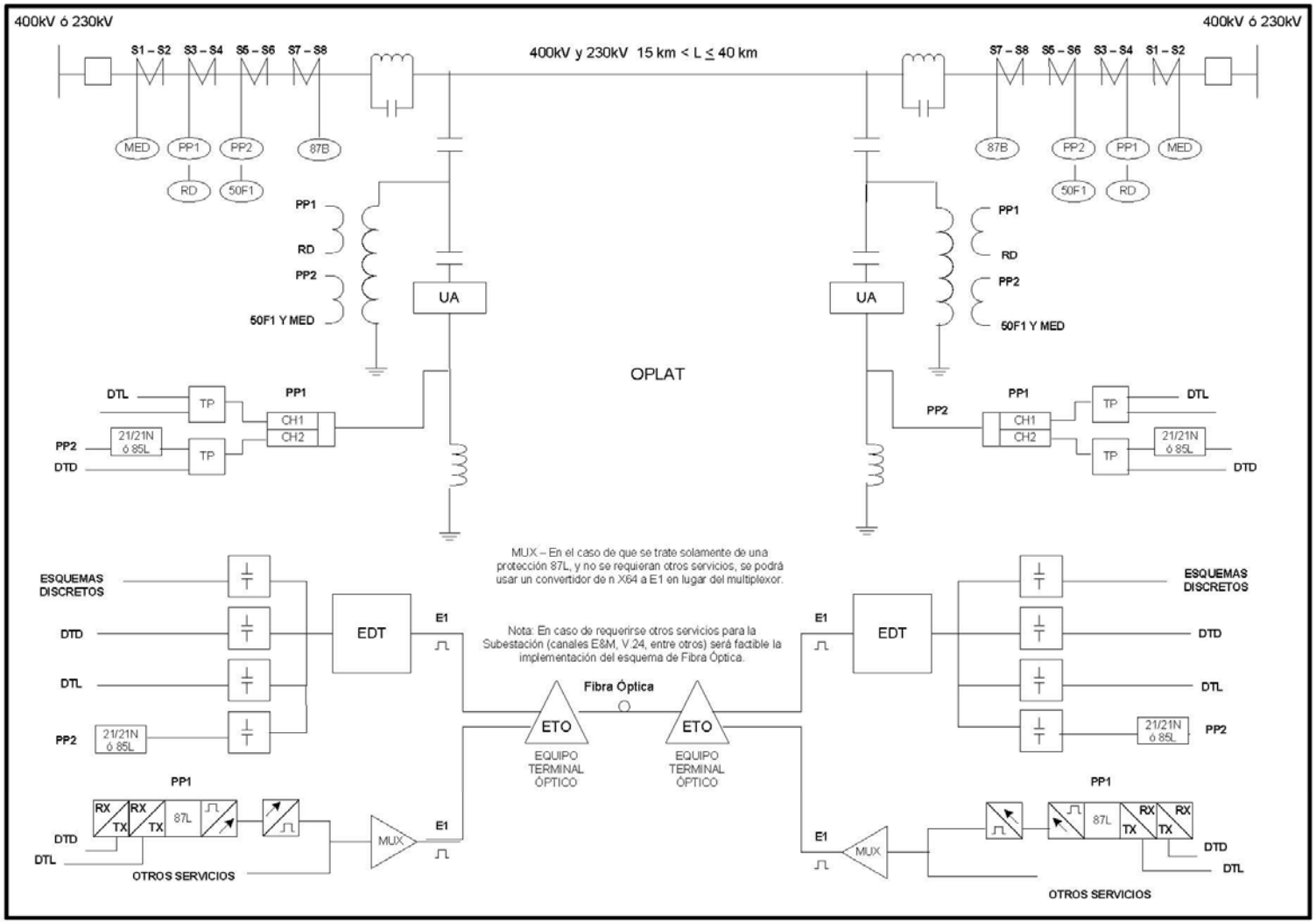


FIGURA 2C - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400 y 230 kV y L > 15 km ≤ 40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica multiplexada (PP1 – 87L/21/67) y respaldo por OPLAT (PP2 – 21/21N ó 85L/67)

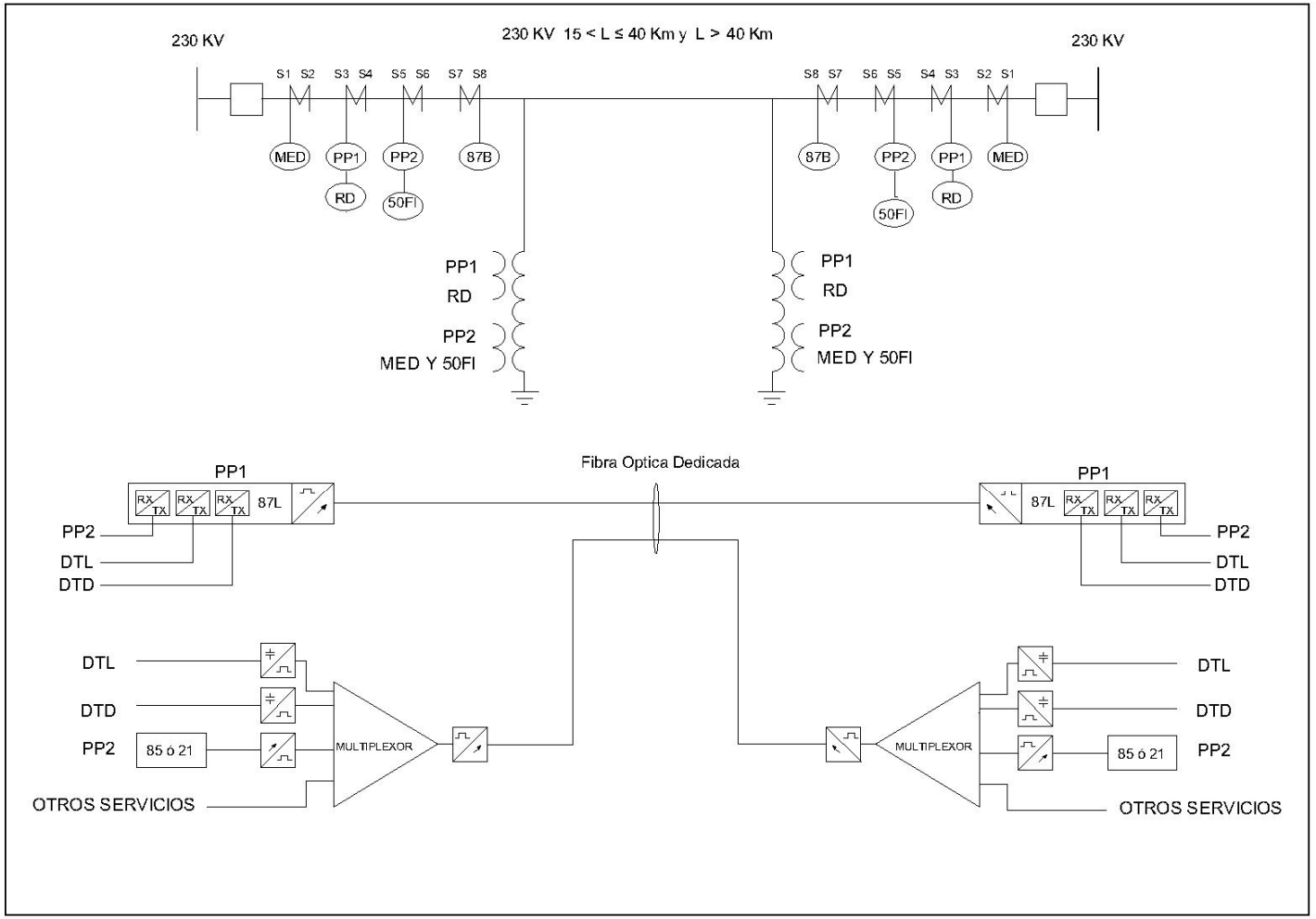


FIGURA 2D - ARREGLO NORMALIZADO DE TELEPROTECCIÓN PARA LÍNEAS DE 230 KV 15 < L ≤ 40 Km y L > 40 Km
CON MEDIO DE COMUNICACIÓN PRINCIPAL FIBRA ÓPTICA DEDICADA (PP1 - 87L/21/67 Y PP2 - 85L/67 ó 21/67).

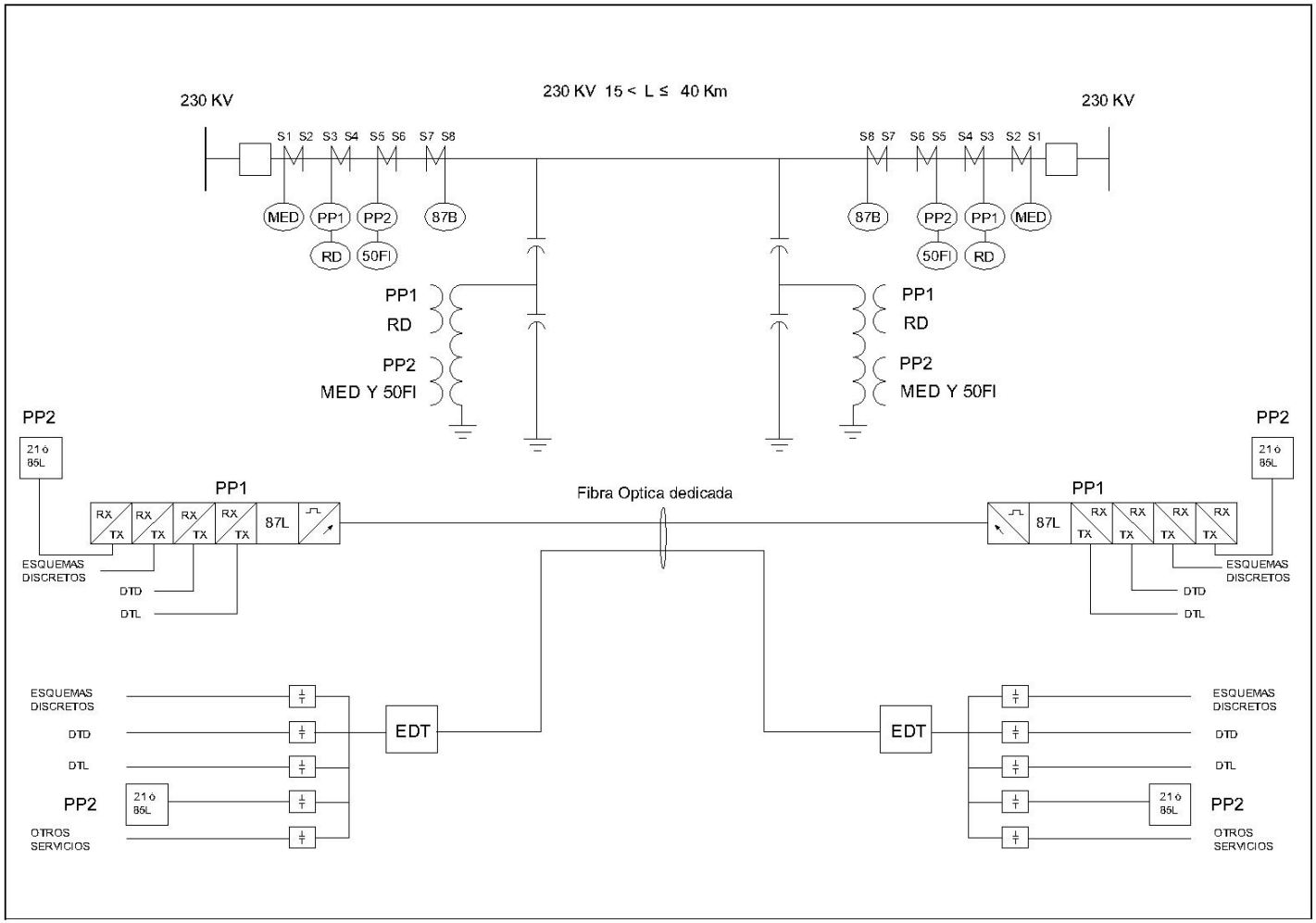


FIGURA 2E - ARREGLO NORMALIZADO DE TELEPROTECCIÓN PARA LÍNEA DE 230 kV 15 < L ≤ 40 Km, CON MEDIO DE COMUNICACIÓN PRINCIPAL FIBRA ÓPTICA DEDICADA (PP1 - 87L/21/67) CON (PP2- 21/67 ó 85L/67).

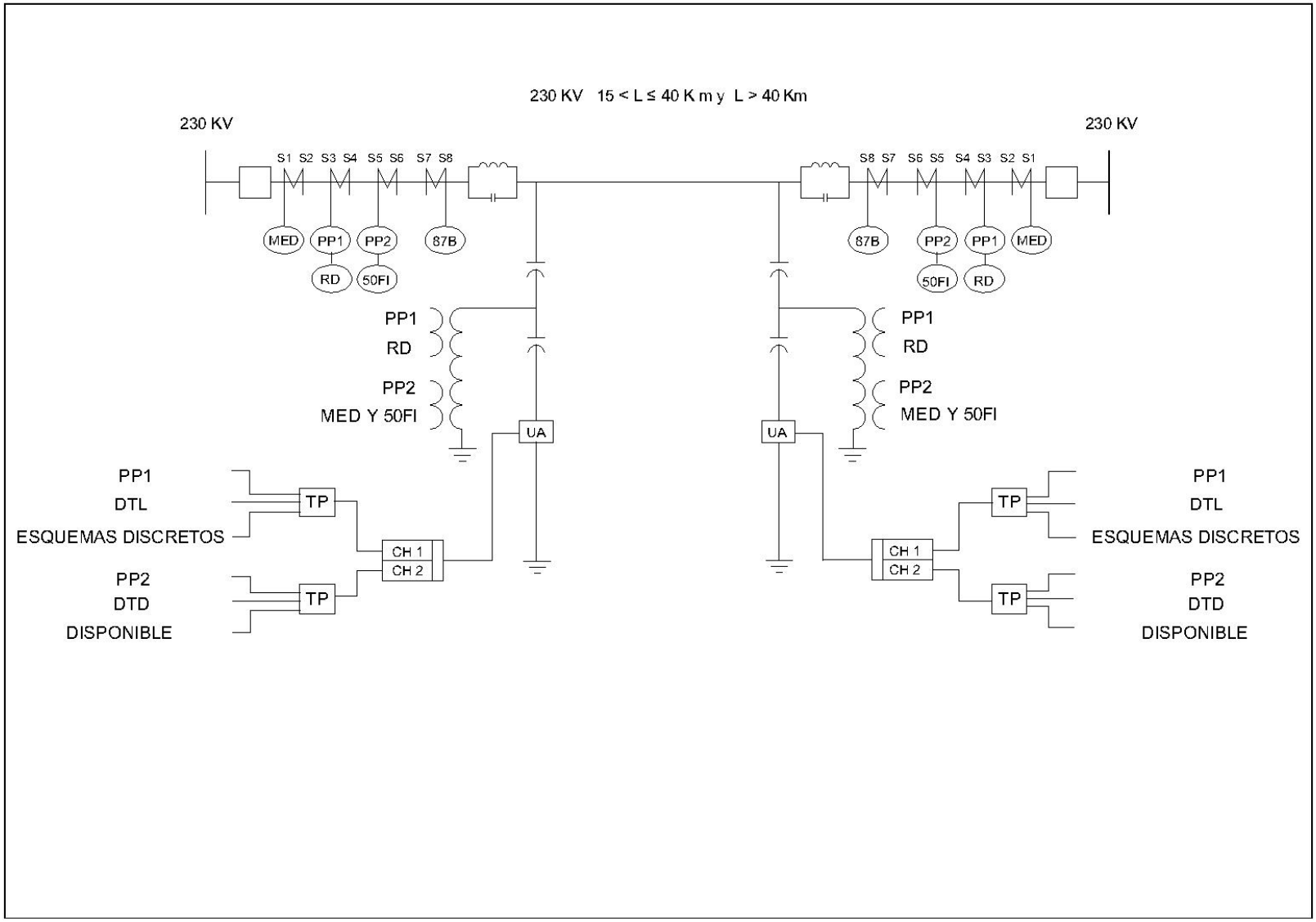


FIGURA 2F - ARREGLO NORMALIZADO DE TELEPROTECCIÓN PARA LÍNEAS DE 230 KV 15 < L ≤ 40 K m y L > 40 Km
CON MEDIO DE COMUNICACIÓN PRINCIPAL OPLAT CON (PP1 21/67 ó 85L/67 y PP2 21/67).

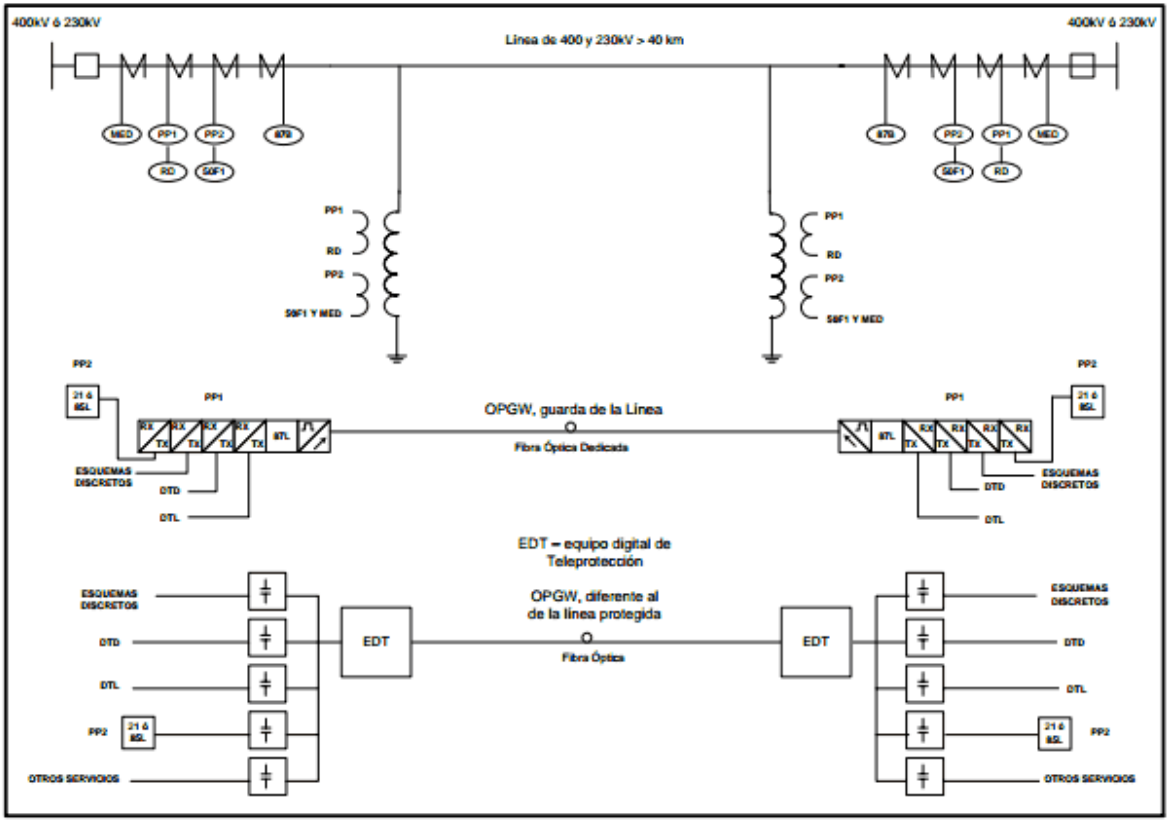


FIGURA 3 - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400/230 kV y L >40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica dedicada (PP1 – 87L/21/67) y respaldo por fibra óptica dedicada (PP2 – 21/67 ó 85L/67)

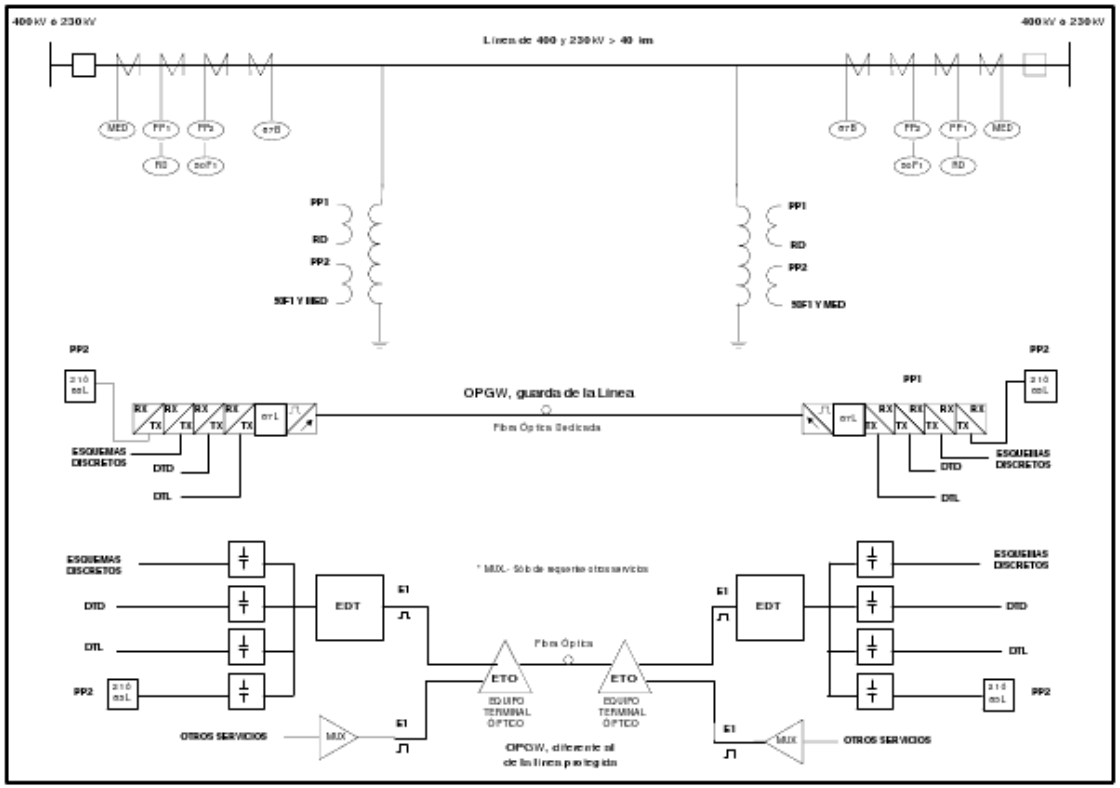


FIGURA 3A - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400/230 kV y L >40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica dedicada (PP1 – 87L/21/67) y respaldo por fibra óptica multiplexada (PP2 – 21/67 ó 85L/67)

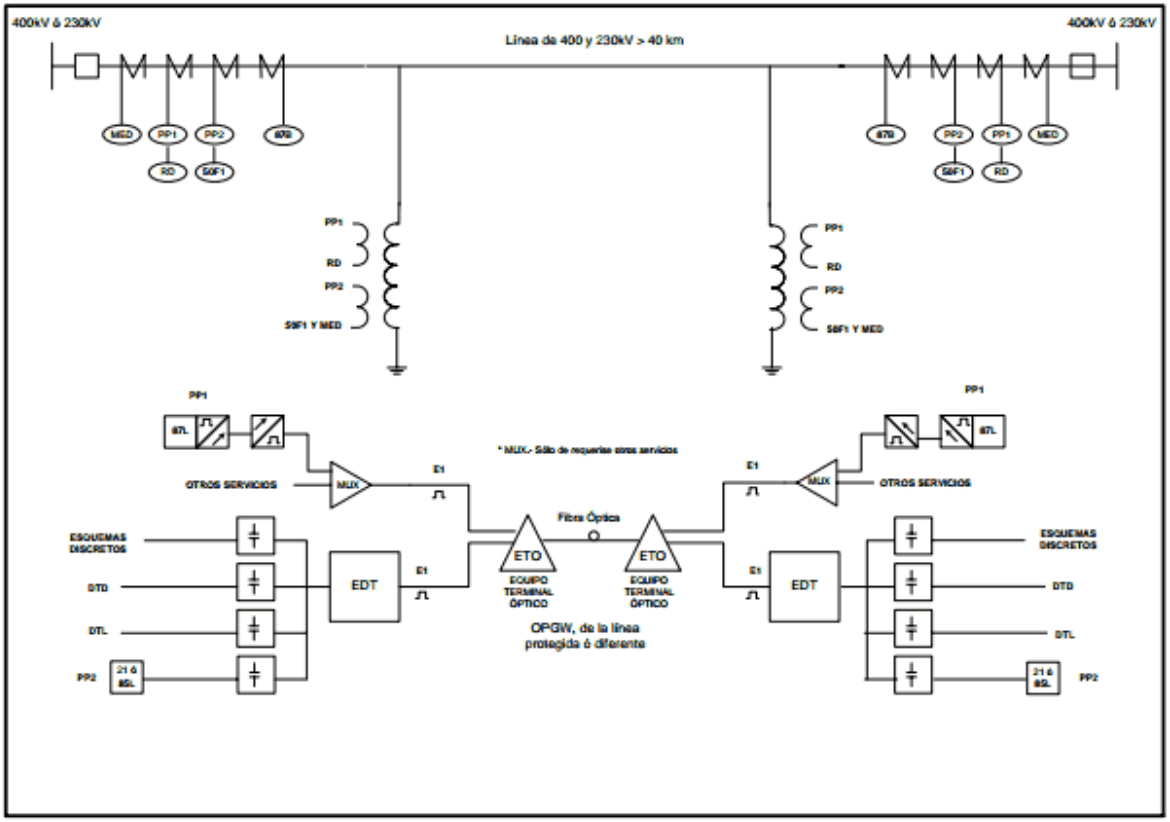


FIGURA 3B - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400/230 kV y L >40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica dedicada (PP1 – 87L/21/67) y respaldo por fibra óptica multiplexada (PP2 – 21/67 ó 85L/67)

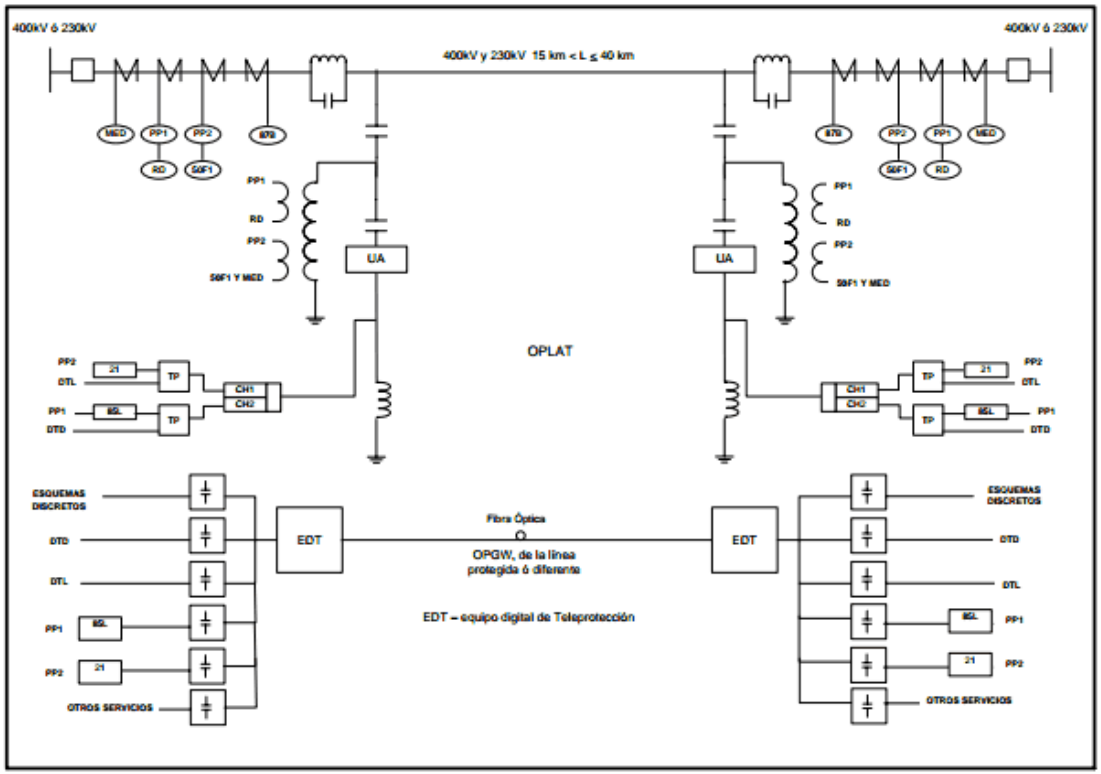


FIGURA 4 - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400/230 kV y L >40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica dedicada (PP1 – 87L/21/67) y respaldo por OPLAT (PP2 – 21/67)

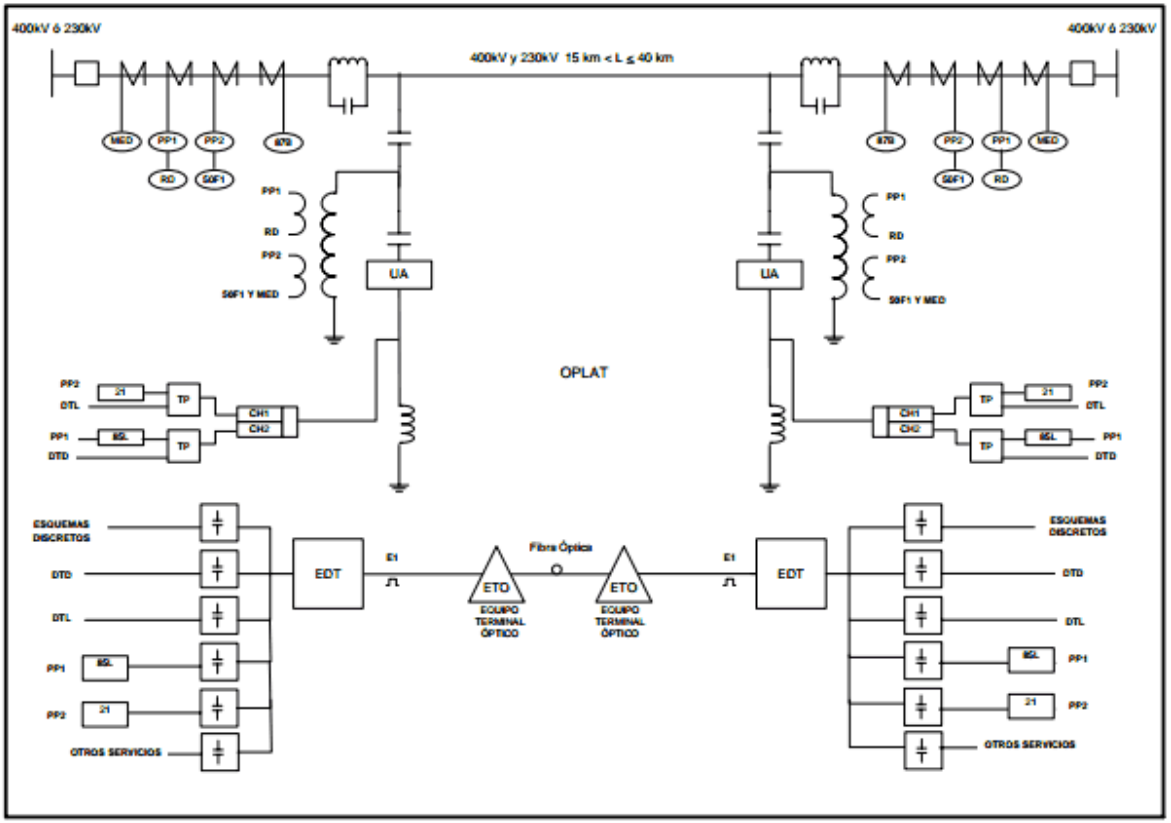


FIGURA 4A - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400/230 kV y L >40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica multiplexada (PP1 – 85L/67) y respaldo por OPLAT (PP2 – 21/67)

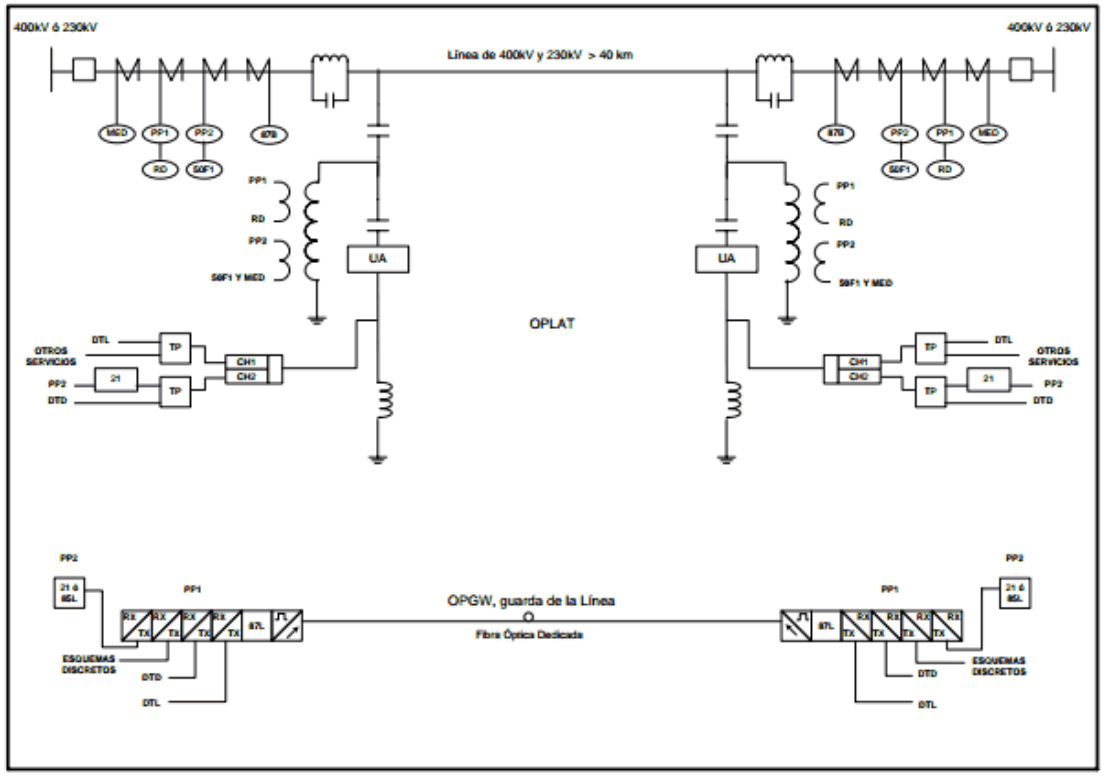


FIGURA 5 - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400/230 kV y L >40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica dedicada (PP1 – 87L/21/67) y respaldo por OPLAT (PP2 – 21/67 ó 85L/67)

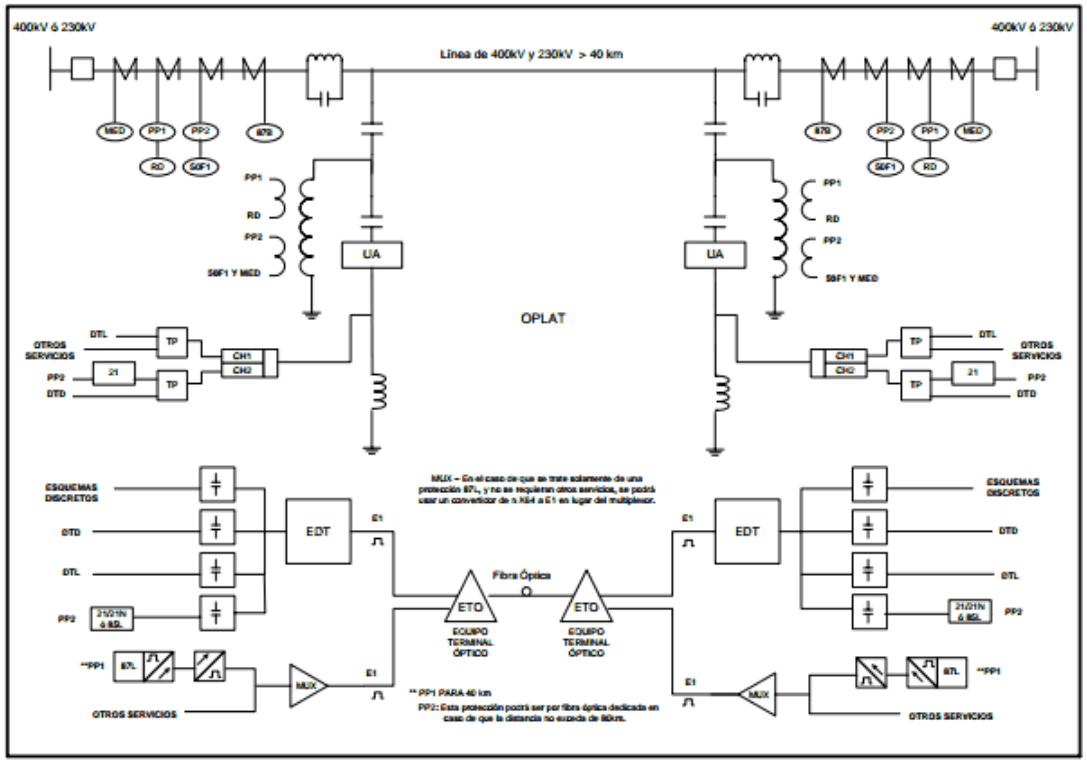


FIGURA 5A - Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 400/230 kV y L >40 km, con medio de comunicación principal Fibra óptica multiplexada (PP1 – 87L/21/67) y respaldo por OPLAT (PP2 – 21/67 ó 85L/67)

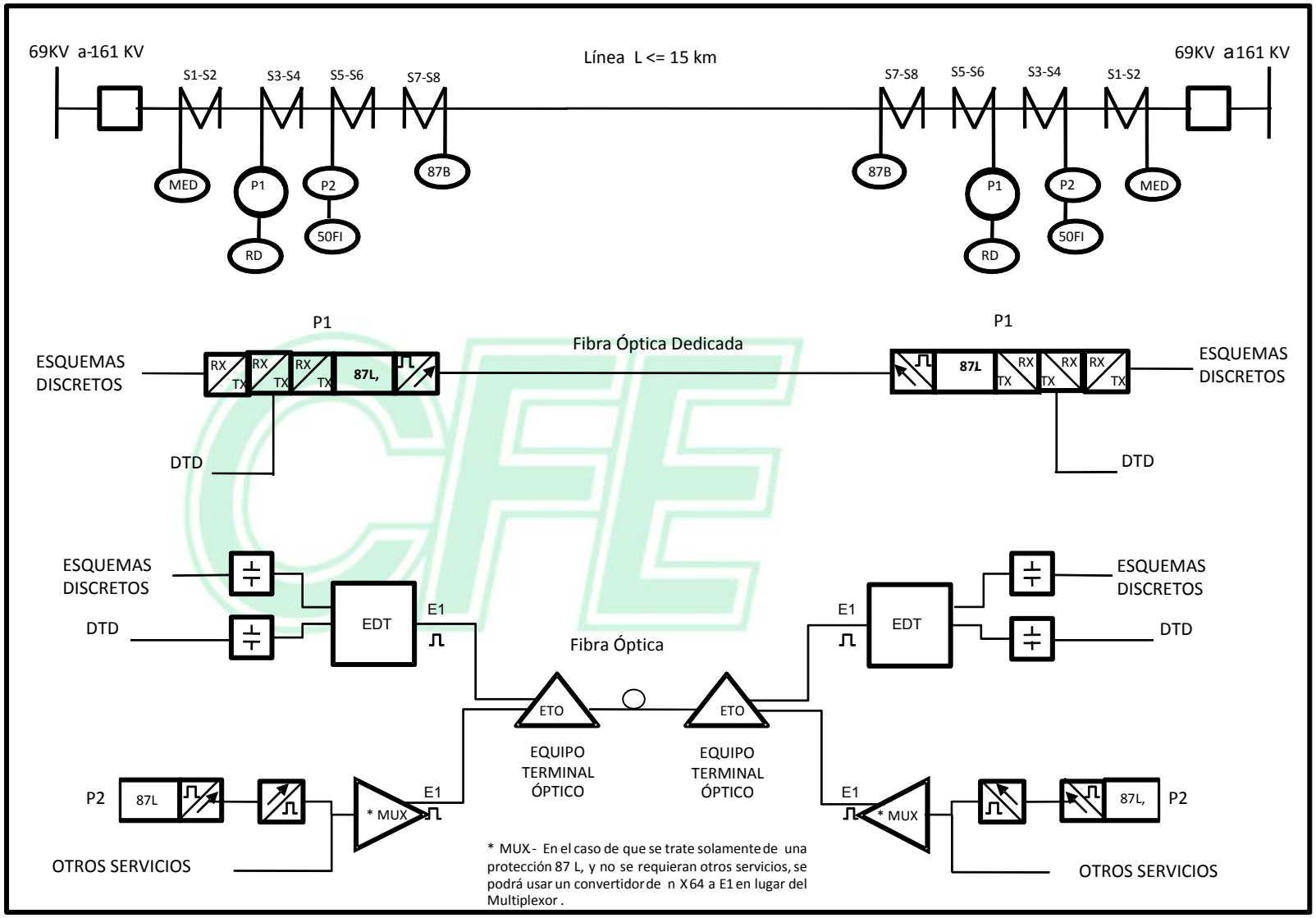


FIGURA 6. Arreglo normalizado de teleprotección para línea de 69 kV a 161 kV y L ≤ 15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica dedicada (P1-87L/21/67) y respaldo por fibra óptica multiplexada (P2-87L/21/67)

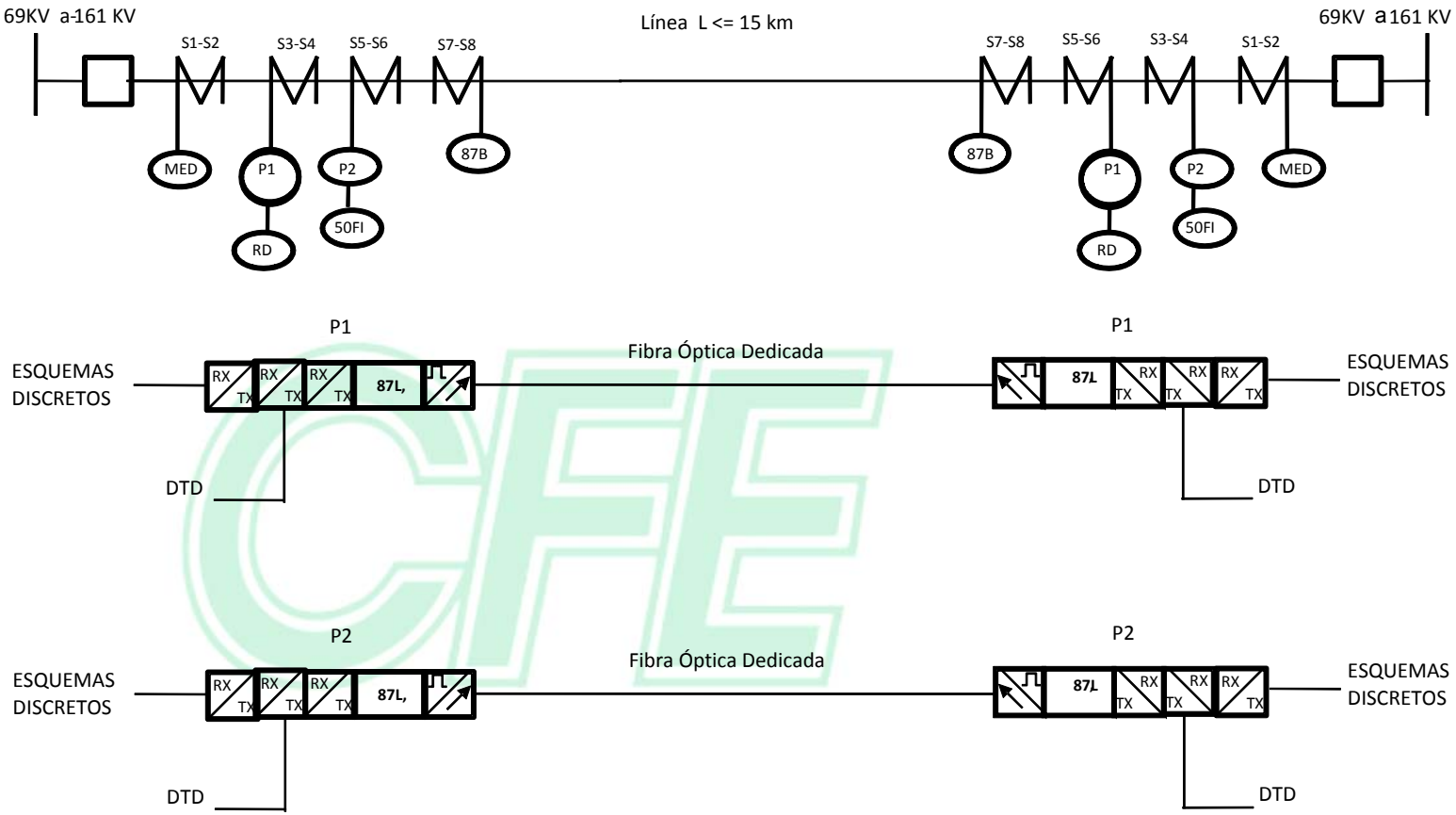


FIGURA 6A. Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 161 kV y L ≤ 15 km, con medios de comunicación vía fibra óptica dedicada para protecciones (P1-87L/21/67) y (P2-87L/21/67)

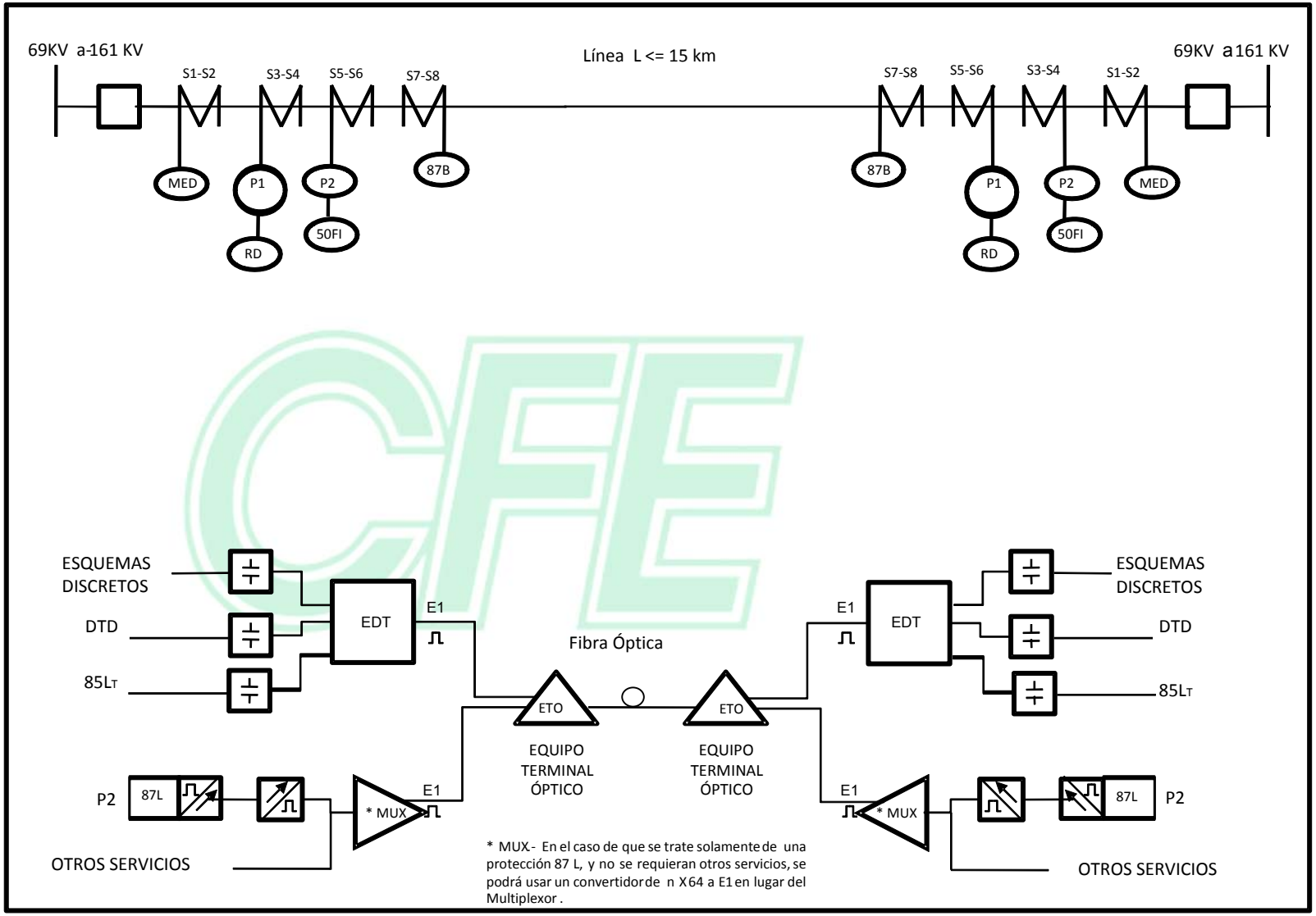


FIGURA 7. Arreglo normalizado de Teleprotección para línea en 69KV a 161 KV ≤15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica multiplexada (P1-85LT, P2 – 87L/21/67 y)

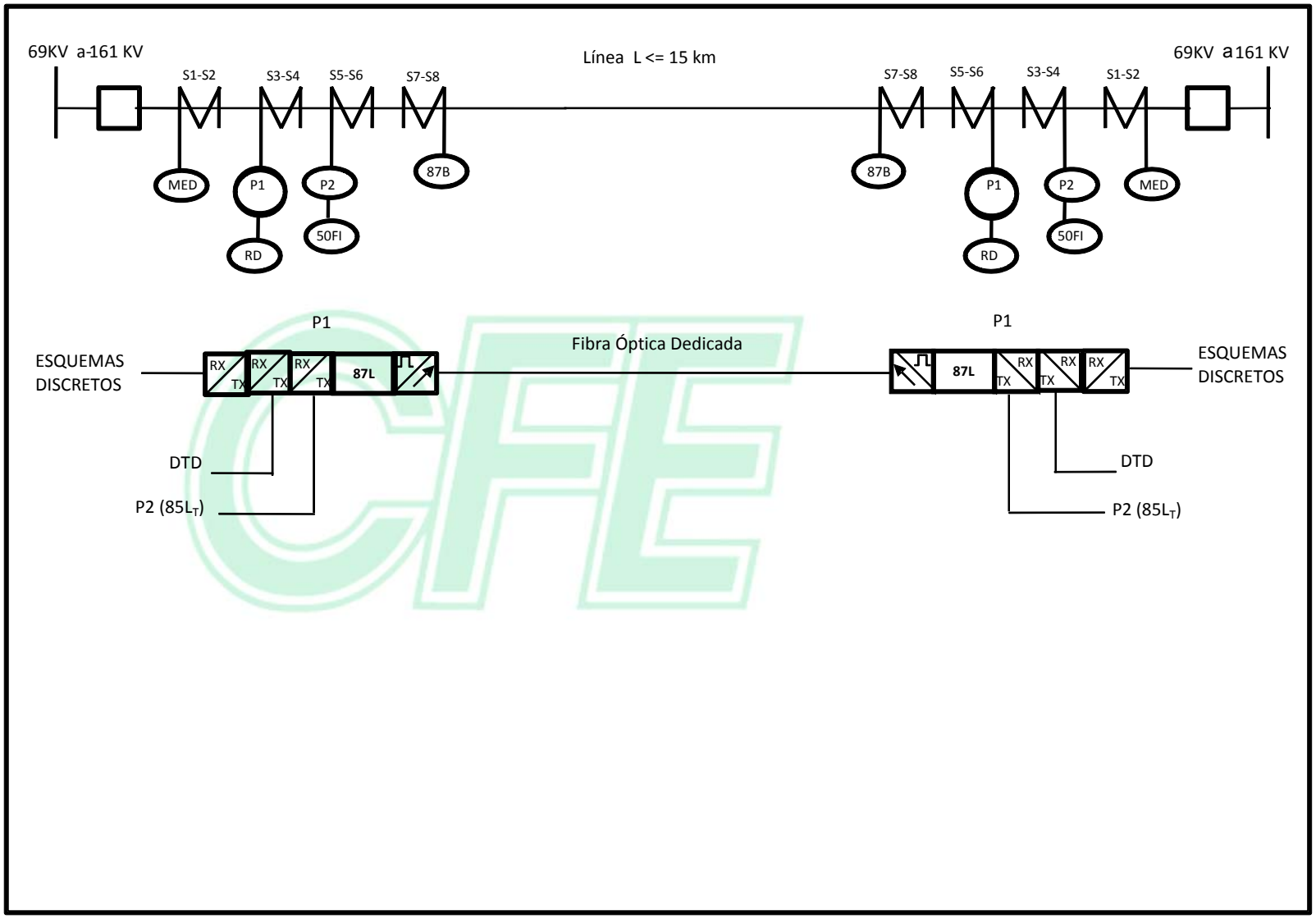


FIGURA 8. Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 161 KV y L ≤ 15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica dedicada (P1-87L/21/67) y respaldo por fibra óptica multiplexada (P2-85L$_T$)

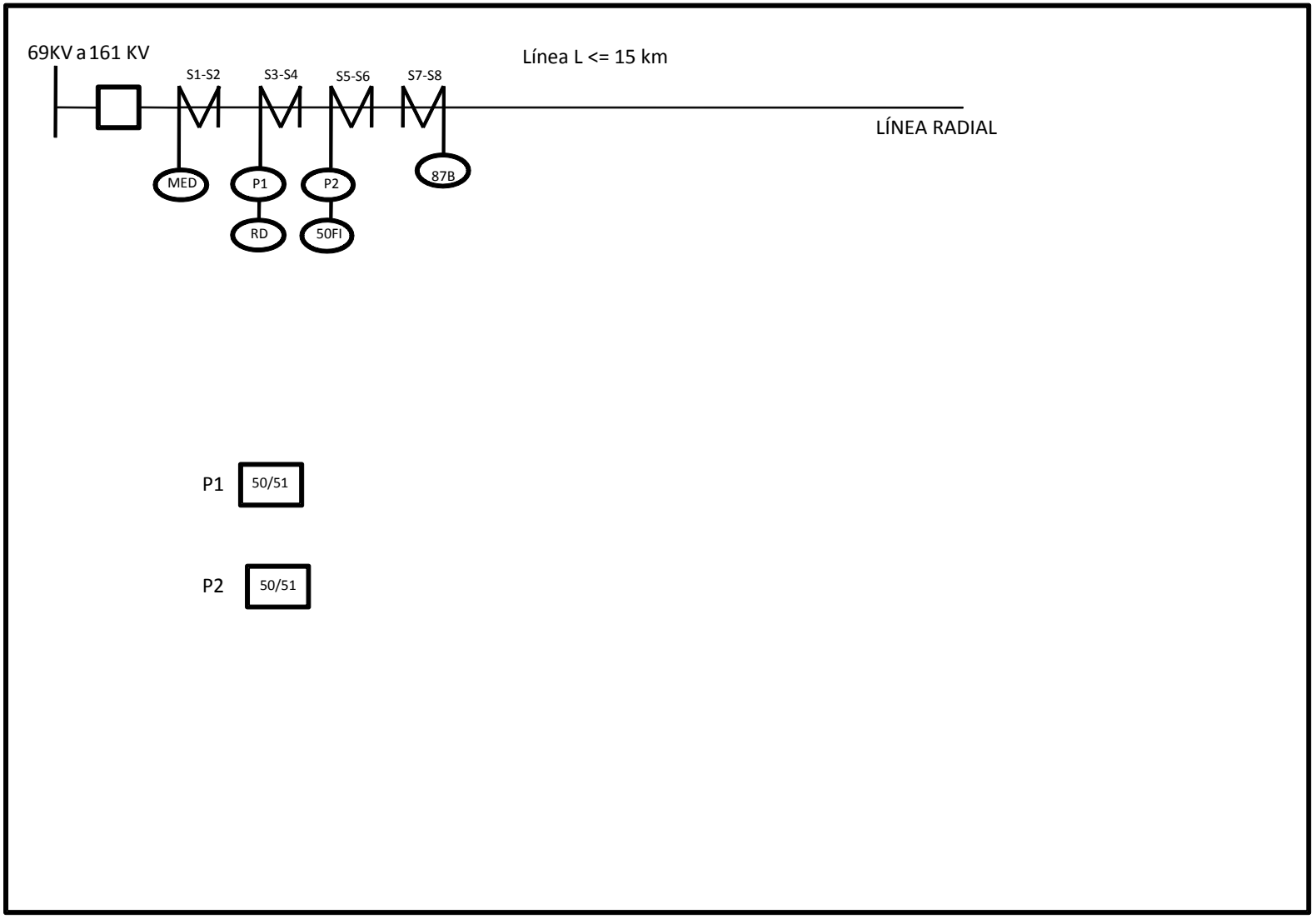


FIGURA 9. Arreglo normalizado para línea radial de 69KV a 161 kV y L ≤15 km, sin medio de comunicación (P1-50/ 51 y P2-50/51)

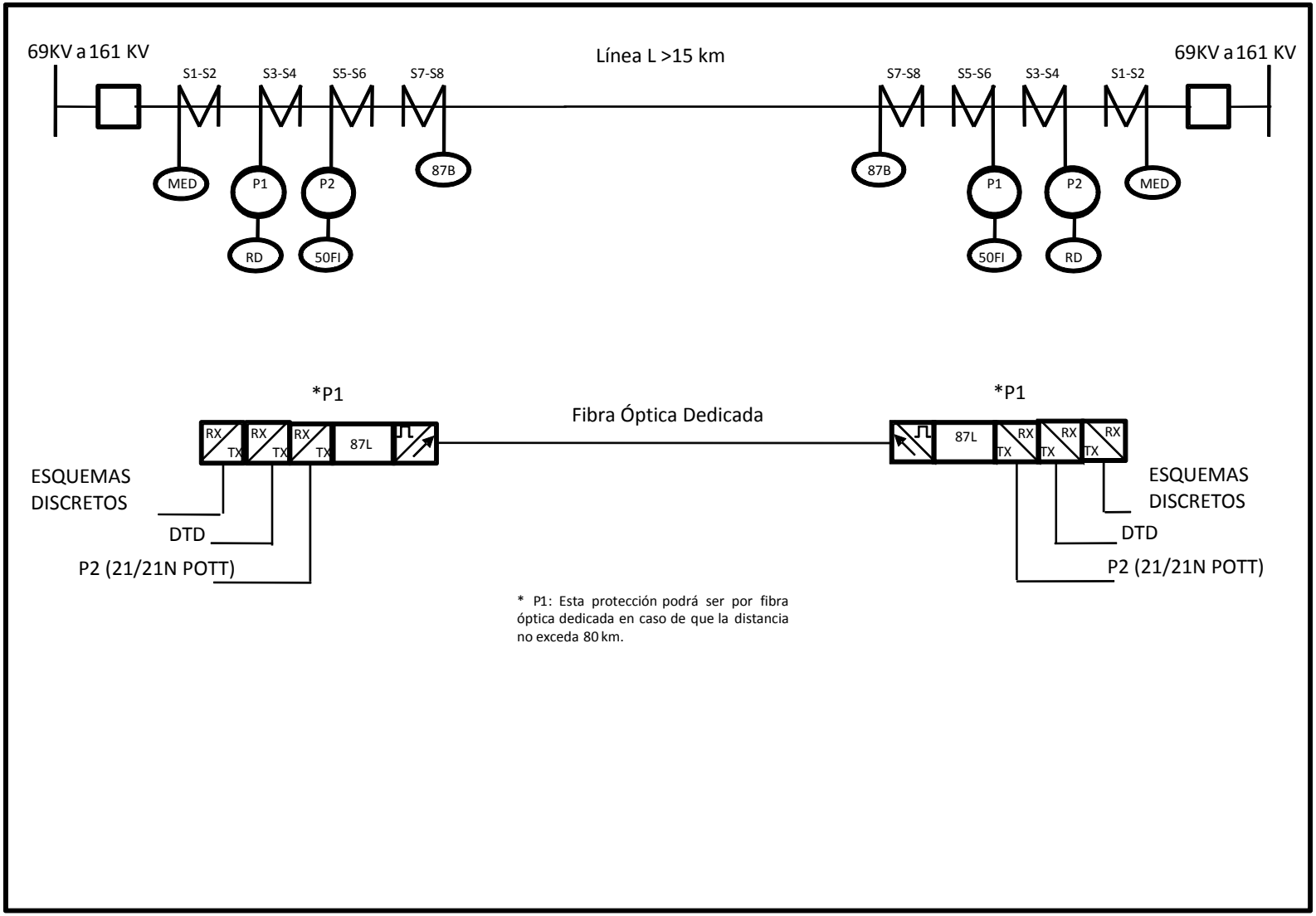


FIGURA 10. Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 161 kV y L > 15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica dedicada (P1- 87L y P2 – 21/21N)

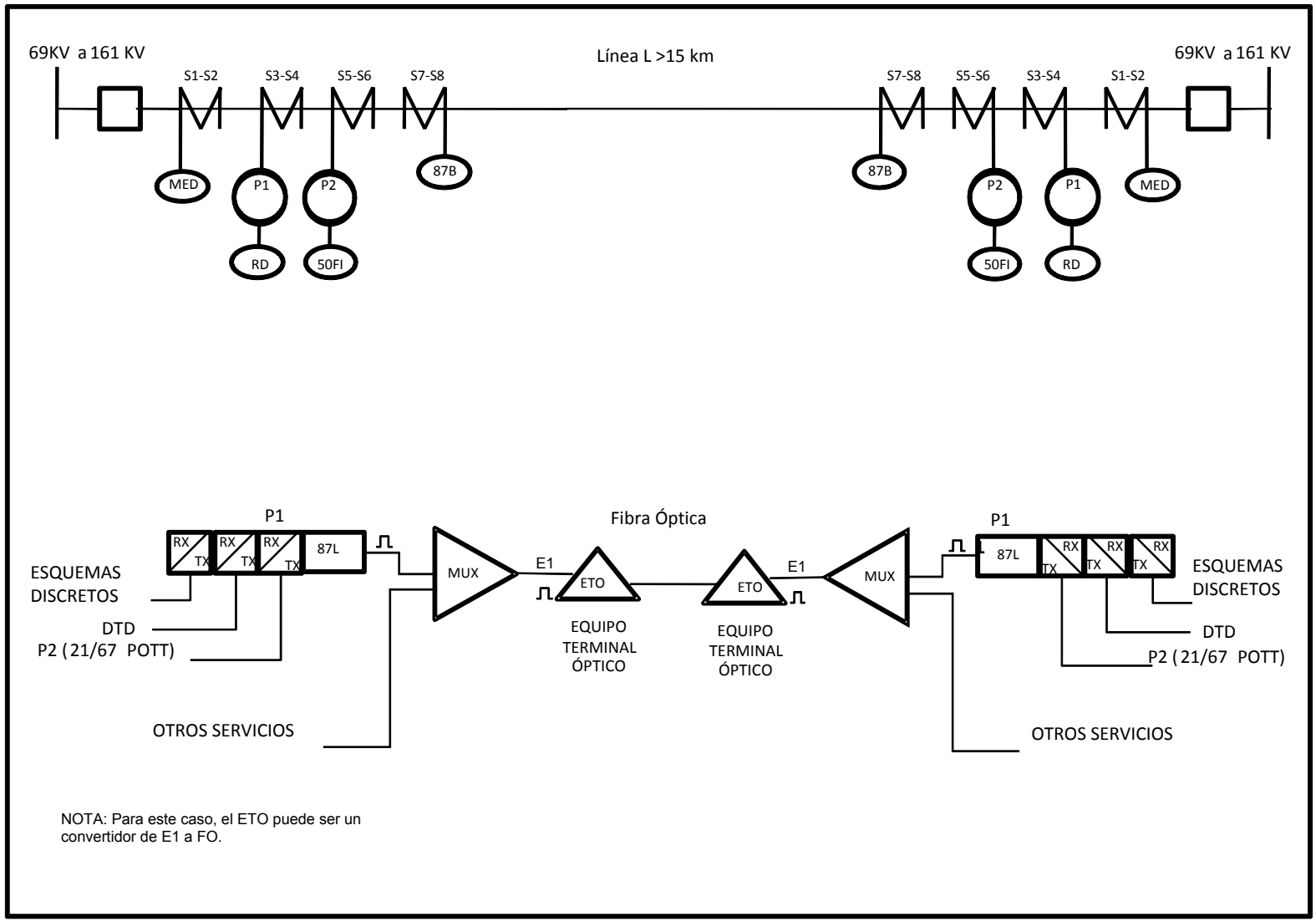


FIGURA 11. Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 161 kV y L >15 km, con medio de comunicación vía fibra óptica multiplexada (P1 – 87L/67 y P2-21/67)

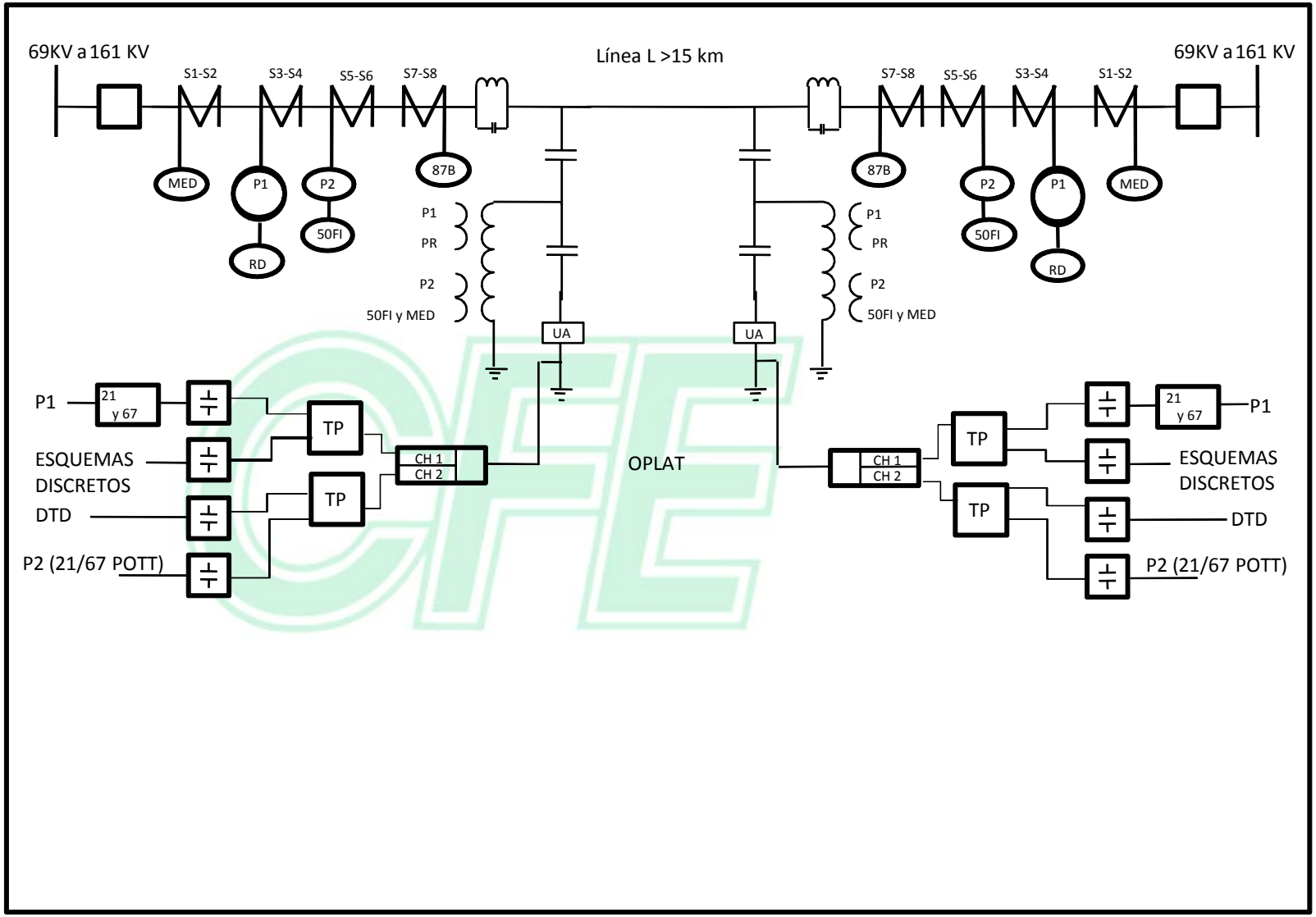


FIGURA 12. Arreglo normalizado de Teleprotección para línea de 69 kV a 169 kV y L > 15 km, con medio de comunicación vía OPLAT (P1- 21/67 y P2-21/67)

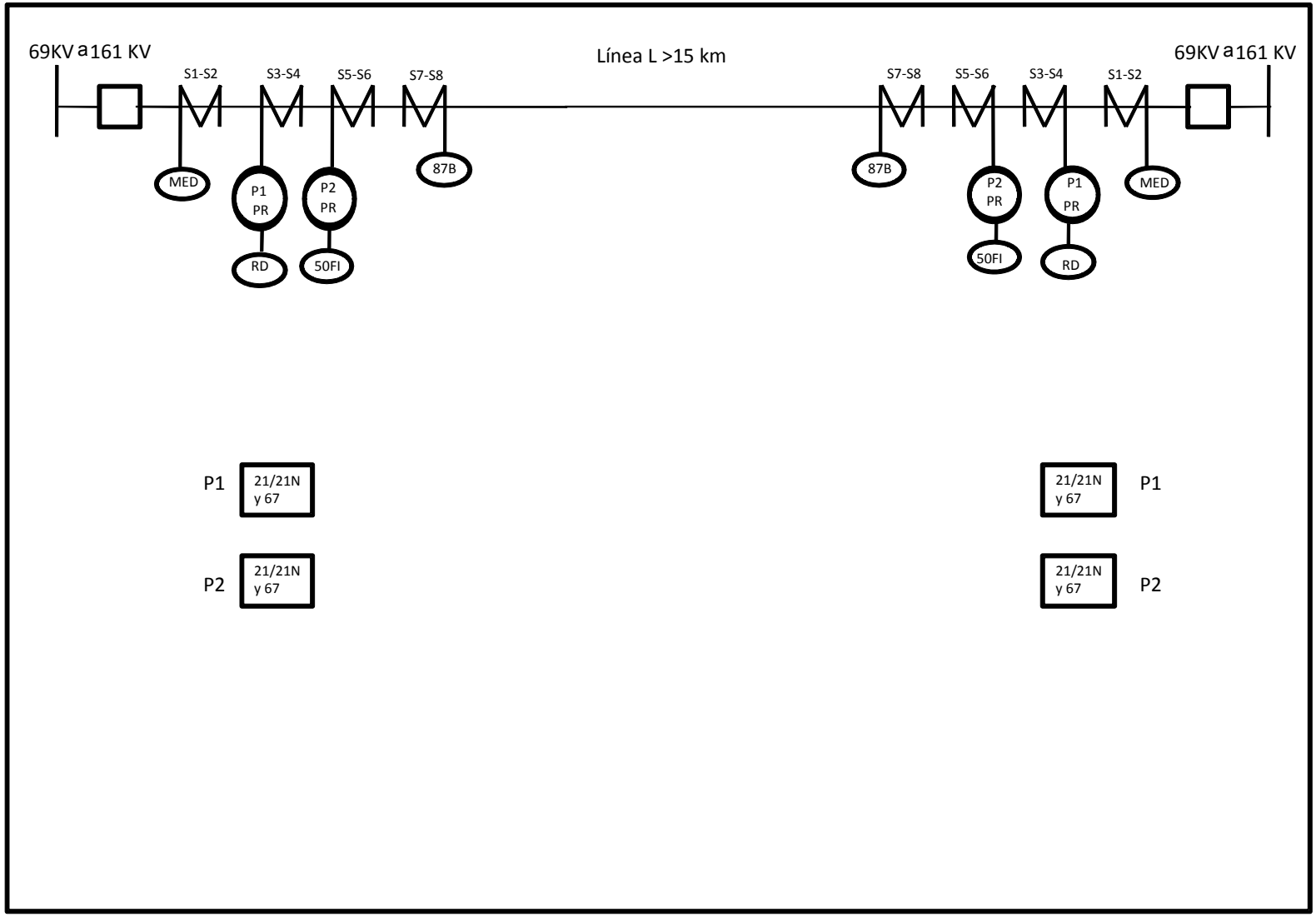


FIGURA 13. Arreglo normalizado para línea de 69 kV a 161 kV y L > 15 km, sin medio de comunicación (P1 – 21/67, P2-21/67)

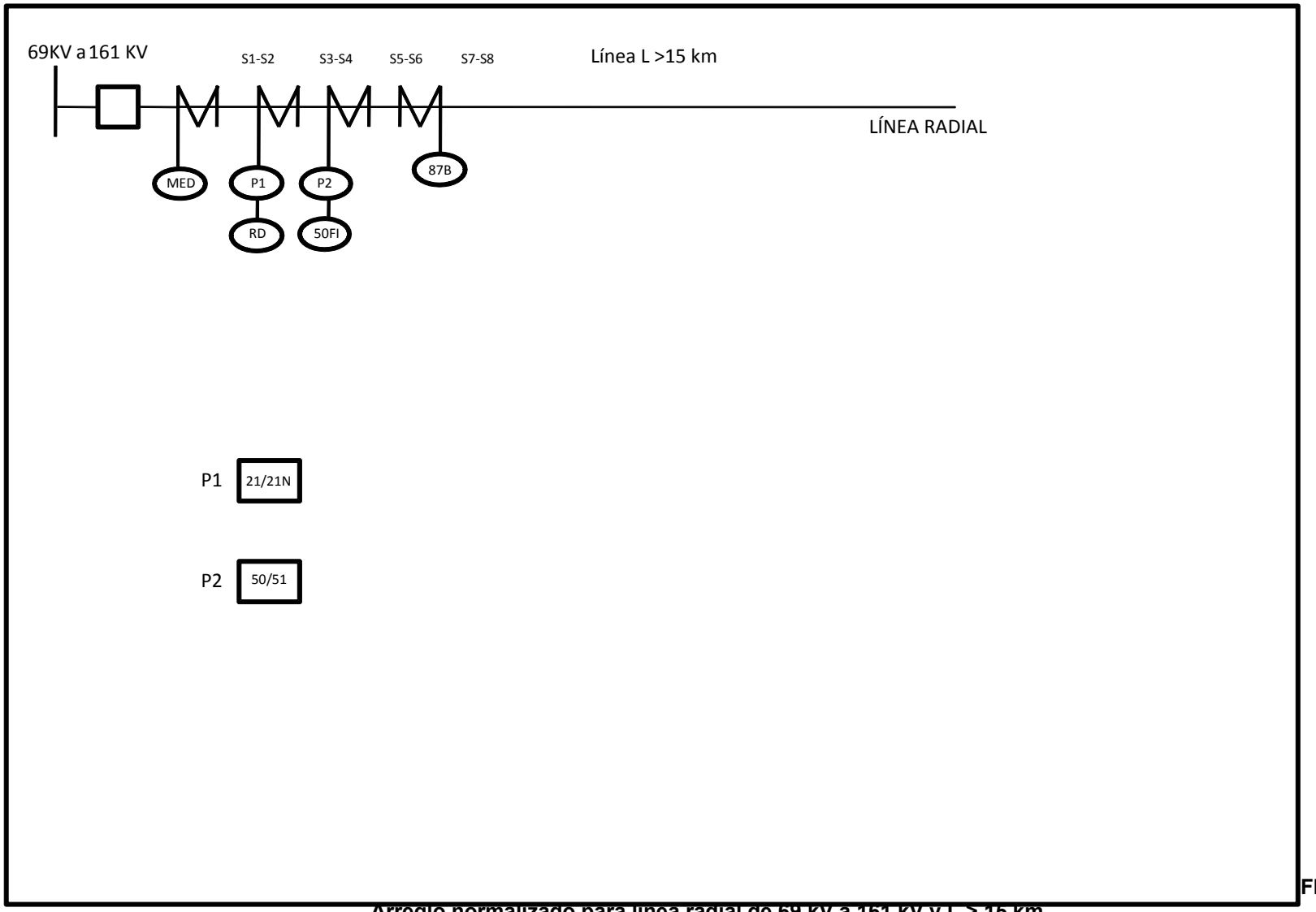


FIGURA 14.

Arreglo normalizado para línea radial de 69 kV a 161 kV y L > 15 km, sin medio de comunicación (P1 – 21/21N, P2 – 50/51)

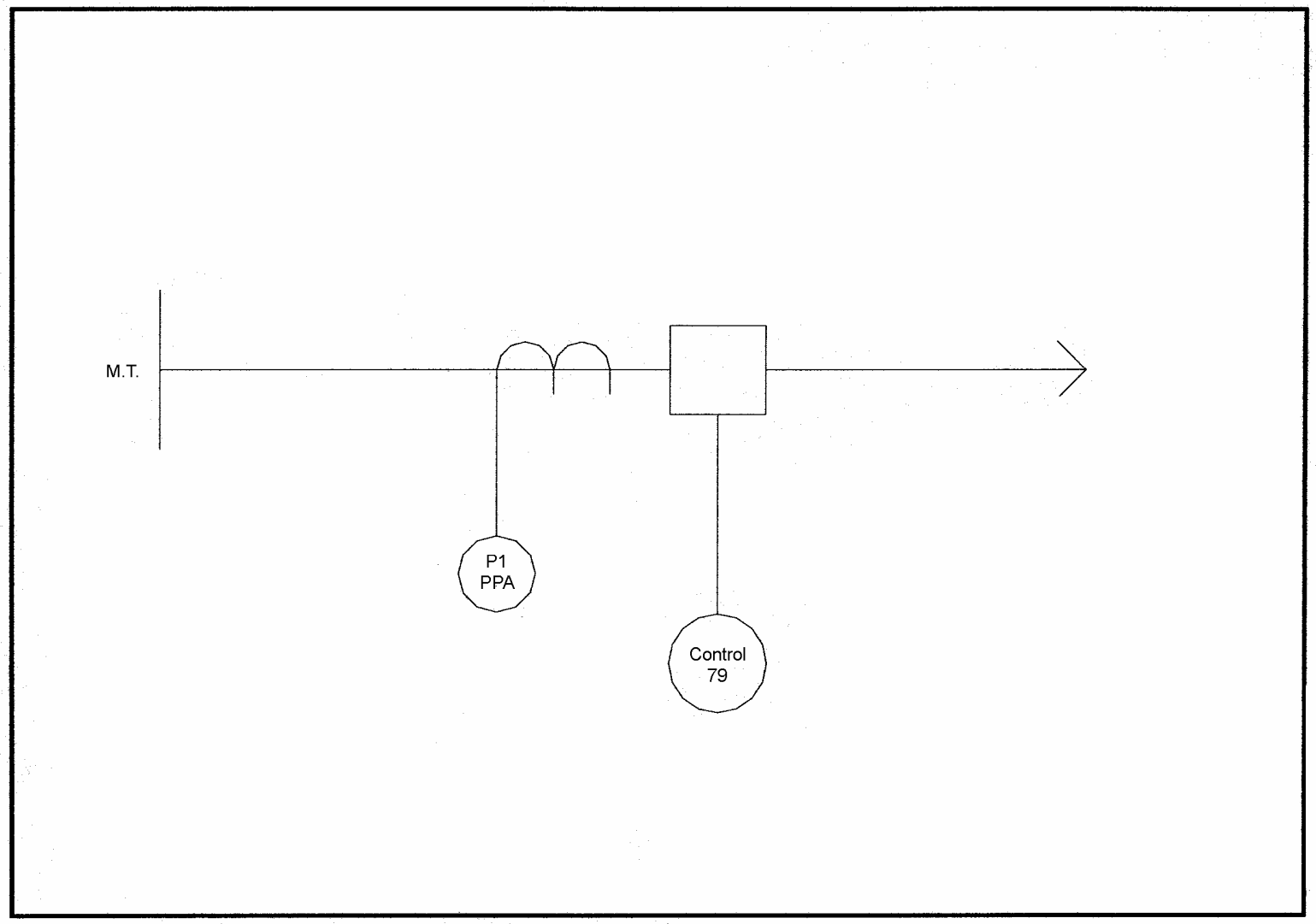


FIGURA 15 - Arreglo normalizado de protección para línea de media tensión (PP – 50/51 con recierre)

APÉNDICE A
(Normativo)

PRUEBAS FUNCIONALES

Las pruebas deben incluir los siguientes aspectos:

Pruebas	Características	Tensión (kV)
Fallas internas al 0 %, 10 %, 50 %, 90 % y 100 % de la línea. De F-N, FF, 3F	Resistencia de falla F-N 20 Ω, FF 10 Ω, ángulo de incidencia 90°, 60° y 0 °, esquema PUTT y POTT. Carga de la línea 10 % y 100 % del SIL	Desde 69 hasta 400
Fallas externas en barras de envío y recepción. De F-N, FF, 3F	Resistencia de falla F-N 20 Ω, FF 10 Ω, ángulo de incidencia 90°, 60° y 0 °, esquema PUTT y POTT. Carga de la línea 10 % y 100 % del SIL	Desde 69 hasta 400
Fallas externas en la línea anexa al 16 % y 50 %. De F-N, FF, 3F	Resistencia de falla F-N 20 Ω, FF 10 Ω, ángulo de incidencia 90°, 60° y 0 °, esquema PUTT y POTT. Carga de la línea 10 % y 100 % del SIL	Desde 69 hasta 400
Fallas externas en la línea anexa de menor tensión. De F-N, FF, 3F	Resistencia de falla F-N 20 Ω, FF 10 Ω, ángulo de incidencia 90°, 60° y 0 °, esquema PUTT y POTT. Carga de la línea 10 % y 100 % del SIL	Desde 69 hasta 400
Energización de la línea sin falla	Energización por ambos extremos.	Desde 69 hasta 400
Energización de la línea con falla al 0 %, 10 %, 50 %, 90 % y 100 % de la línea	Resistencia de falla F-N 20 Ω y 0 Ω, FF 10 Ω y 0 Ω, ángulo de incidencia 90°, 60° y 0 ° , tiempos de ocurrencia 0 ms, 50 ms, 150 ms, 200 ms y 250 ms, esquema PUTT y POTT	Desde 69 hasta 400
Fallas evolutivas	Resistencia de falla F-N 20 Ω y 0 Ω, FF 10 Ω y 0 Ω, ángulo de incidencia 90°, 60° y 0 °, tiempos de ocurrencia 10 ms, 30 ms y 50 ms, esquema PUTT y POTT	Desde 230 hasta 400
Fallas durante el polo abierto	Resistencia de falla F-N 20 Ω y y FF 10 Ω, ángulo de incidencia 90°, 60° y 0 ° , tiempos de ocurrencia 60 ms, 100 ms, 150 ms, 200 ms y 250 ms, esquema PUTT y POTT	Desde 230 hasta 400
Fallas internas y externas con saturación de TC's	Resistencia de falla F-N 20 Ω, FF 10 Ω, ángulo de incidencia 90°, 60° y 0 °, esquema PUTT y POTT. Carga de la línea 10 % y 100% del SIL	Desde 69 hasta 400
Fallas internas y externas con armónicas en las señales de tensión	Resistencia de falla F-N 20 Ω, FF 10 Ω, ángulo de incidencia 90°, 60° y 0 °, esquema PUTT y POTT. Carga de la línea 10 % y 100 % del SIL	Desde 69 hasta 400
Fallas internas al 10 %, 50 % y 90 % de la línea. De F-N con alta resistencia de falla	Resistencia de falla 50 Ω,100 Ω,150 Ω,200 Ω,300 Ω,400 Ω y 500 ohms, ángulo de incidencia 60° y 90°, esquema PUTT y POTT. Carga de la línea 10 % y 100 % del SIL	Desde 69 hasta 400
Fallas externas con inversión de corriente. De F-N, FF, 3F. Diferencia en tiempo de interruptores 2 y 3 ciclos	Resistencia de falla 20 Ω y 10 Ω, ángulo de incidencia 60 °, esquema POTT. Carga de la línea 10 y 100 % del SIL	Desde 69 hasta 400
Fallas internas de F-N, con duración de 600 ms al 0 %, 10 %, 50 %, 90 % y 100 %	Resistencia de falla 20 Ω, ángulo de incidencia 60 °, carga de la línea 100 % del SIL	Desde 69 hasta 400
Fallas externas en la barra de envío, en la barra de recepción y en la línea anexa al 16 % y 50 % . De F-N, con duración de 600 ms	Resistencia de falla 20 Ω, ángulo de incidencia 60 °, carga de la línea 100 % del SIL	Desde 69 hasta 400
Fallas en la línea de F-N, FF y 3F al 10 %, 50 %, 90 %, 110 % y 200 % del alcance de la unidad instantánea	Resistencia de falla F-N 0 Ωy 20 Ω, FF Ω 0 y 10 Ω	Hasta 34,5
Energización de la línea con fallas de F-N, F-F y 3F al 10 %, 50 %, 90 %, 110 % y 200 % del alcance de la unidad instantánea	Resistencia de falla F-N 0 Ω y 20 Ω, FF 0 Ω y 10 Ω. Carga fría de 6 In	Hasta 34,5
Fallas evolutivas	Resistencia de falla F-N 0 Ω y 20 Ω, FF 0 Ω y 10 Ω, tiempos de ocurrencia 10 ms, 30 ms y 50 ms	Hasta 34,5

El área usuaria puede modificar el número de pruebas de acuerdo a la funcionalidad del equipo ofrecido.

APÉNDICE B
(Informativo)

En tanto no exista norma oficial mexicana o norma mexicana deben consultarse en forma supletoria la norma internacional siguiente:

B.1	**IEC 60255-3-1989**	Electrical relays - Part 3: Single input energizing quantity measuring relays with dependent or independent time maintenance result date: 2004.
B. 2	**IEC 60068-2-1-2007**	Environmental testing - Part 2-1: Tests - Test A: Cold.
B.3	**IEC 60068-2-2-2007**	Environmental testing - Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat.
B.4	**IEC 60068-2-30-2005**	Environmental testing - Part 2-30: Tests - Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)
B.5	**IEC 61000-4-2-2008**	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test.
B.6	**IEC 61000-4-3-2010**	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques –Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.
B.7	**IEC 61000-4-4-2012**	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques-Electrical fast transient/burst immunity test.
B.8	**IEC 61000-4-11-2004**	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11: Testing and measurement techniques –Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests.
B.9	**IEC 61000-4-12-2006**	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-12: Testing and measurement techniques –Ring wave immunity test.
B.10	**IEC 60255-5-2000**	Electrical Relays - Part 5: Insulation coordination for measuring relays and protection Requirements and tests.
B.11	**IEC 60255-21-1-1988**	Electrical relays - Part 21: Vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment - Section One: Vibration tests (sinusoidal).
B.12	**IEC 61850-8-1-2011**	Communication networks and systems for power utility automation - Part 8-1: Specific Communication service mapping (SCSM) - Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3.
B.13	**IEC 61850-7-2-2010**	Communication networks and systems for power utility automation - Part 7-2: Basic information and communication structure - Abstract communication service interface (ACSI).
B.14	**IEC 61850-7-3-2010**	Communication networks and systems for power utility automation - Part 7-3: Basic communication structure - Common data classes.

B.15 **IEC 61850-7-4 -2010** Communication networks and systems for power utility automation - Part 7-4: Basic communication structure - Compatible logical node classes and data object classes.

B.16 **IEC 61850-6-2009** Communication networks and systems for power utility automation - Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs.